КОСМОГРАФІЯ

(МАТЕМАТИЧЕСКАЯ и ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФІЯ).

КУРСЪ СРЕДНИХЪ УЧЕБНЫХЪ ЗАВЕДЕНІЙ,

ПО СИСТЕМѢ

профессора К. Д. Краевича

и учебникамъ одобреннымъ Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія, съ присоединеніемъ свѣдѣній, почерпнутыхъ изъ новѣйшихъ источниковъ.

Изданіе второе дополненное съ портретомъ автора.

СОСТАВИЛЪ

И. В. Виноградовъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
„Каменноостровская" Тип., Пет. ст., Большой пр., 86—2.
1909.

КОСМОГРАФІЯ

(МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФІЯ).

КУРСЪ СРЕДНИХЪ УЧЕБНЫХЪ ЗАВЕДЕНІЙ,

ПО СИСТЕМѢ

профессора К. Д. Краевича

и учебникамъ одобреннымъ Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія, съ присоединеніемъ свѣдѣній, почерпнутыхъ изъ новѣйшихъ источниковъ.



Изданіе второе дополненное съ портретомъ автора.

СОСТАВИЛЪ

И. В. Виноградовъ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

„Каменноостровская" Тип., Пет. ст., Большой пр., 86—2.

1909.


Всесоюзная
БИБЛИОТЕКА
имени
В. И. ЛЕНИНА



Иванъ Васильевичъ Виноградовъ.

КОСМОГРАФІЯ.

Космографія, есть наука о небесныхъ свѣтилахъ вообще и о нашей солнечной системѣ въ особенности. Она дѣлится на двѣ части: механическую или какъ принято называть ее въ наукѣ математическую, разсматривающую строеніе небесныхъ свѣтилъ и ихъ движеніе въ пространствѣ, и физическую—основанную на проявленіи жизненныхъ силъ природы нашихъ міровъ.

1. **Небесный сводъ.** Въ ясную ночь мы видимъ опускающимся надъ нашею землею въ формѣ громадной чаши небесный сводъ, усѣянный звѣздами различной величины, различныхъ цвѣтовъ, различныхъ фигурныхъ сочетаній между собою. Сводъ этотъ чѣмъ выше стоитъ надъ нашею головою, тѣмъ кажется ближе къ точкѣ наблюденія, наоборотъ, сторона земного горизонта какъ будто бы отступаетъ въ болѣе отдаленное пространство. Такое явленіе въ дѣйствительности есть только обманъ нашего зрѣнія, основаннаго на томъ, что чѣмъ больше находится различныхъ промежуточныхъ предметовъ между наблюдателемъ и предметомъ наблюденія, тѣмъ дальше для насъ кажется между ними разстояніе.

Весь небесный сводъ усѣянъ звѣздами, какъ будто стоящими неподвижно въ пространствѣ, но это явленіе только кажущееся; каждая звѣзда движется съ громадною для насъ скоростью, которую мы не замѣчаемъ по двумъ причинамъ: во-первыхъ общее міровое движеніе свѣтилъ есть постепенное направленное въ одну сторону, за весьма немногими исключеніями, а во-

вторыхъ, скорости движенія этихъ свѣтилъ все-таки слишкомъ ничтожны въ сравненіи съ тѣми пространствами, которыя они занимаютъ.

Видимый нами небесный сводъ ночью имѣетъ темно-голубой цвѣтъ, а днемъ свѣтло-голубой съ различными оттѣнками по мѣстностямъ. Цвѣтъ этотъ и его оттѣнки есть явленіе оптическое, основанное на свойствѣ воздуха отражать преимущественно голубые лучи солнечнаго дневного сіянія. Сила этого сіянія такъ велика, что при ней пропадаютъ свѣтовые лучи нашихъ звѣздъ и мы ихъ не видимъ, а чтобы видѣть звѣзды днемъ, необходимо обзавестись особаго рода трубою, уединяющею лучъ нашего зрѣнія отъ лучей солнца или же уединиться глубоко въ землю, въ яму, куда бы не заходили дневные солнечные лучи и тогда та часть неба, которая будетъ открыта передъ нами въ отверстіе, дастъ возможность видѣть на ней и звѣзды.

2. **Звѣздные міры.** Простымъ глазомъ на нашемъ небесномъ сводѣ можно насчитать не болѣе какъ отъ трехъ до пяти тысячъ звѣздъ, при чемъ всѣ эти звѣзды представляются простыми, свѣтящимися точками большей или меньшей величины и различныхъ оттѣнковъ свѣтового проявленія, но если мы будемъ разсматривать этотъ небесный сводъ въ телескопъ, то увидимъ миріады звѣздъ на небѣ: однѣ горящія—солнца, другія отражающія свѣтъ горящихъ солнцъ—планеты, луны и астероиды, третьи имѣющія свой слабый голубоватый оттѣнокъ—планетарныя туманности и наконецъ звѣзды хвостатыя кометы, аэролиты, болиды и леониды.

Наблюдая въ различное время за звѣздными мірами, господа астрономы пришли къ такому заключенію, что между звѣздами, во многихъ случаяхъ, существуетъ какая то тѣсная связь, дающая имъ во всѣ историческія вѣка одно неизмѣнное другъ къ другу положеніе; это положеніе стали называть отдѣльными именами, во многихъ случаяхъ соотвѣтственно такой фигурѣ, какую на землѣ изображаетъ какое-либо подходящее къ этой фигурѣ животное, затѣмъ стали называть аллегорическими и миѳическими именами, а иногда такъ и просто именами геометрическихъ фигуръ (большая медвѣдица, лира, журавль, фениксъ, циркуль, треугольникъ и т. д.). Положенія эти называются со

звѣздіями и такихъ созвѣздій въ настоящее время въ сѣверномъ и южномъ полушаріи насчитывается восемьдесятъ восемь.

Кромѣ созвѣздій, мы видимъ на нашемъ небесномъ сводѣ какъ бы кольцо звѣздъ, облегающее его съ сѣвера на югъ, съ нѣкоторыми развѣтвленіями. Это кольцо, по своему выдающемуся бѣловатому свѣту на темно-голубомъ небесномъ сводѣ, получило въ наукѣ названіе млечнаго пути; оно тянется на неизмѣримое пространство и состоитъ изъ безчисленнаго множества большихъ и малыхъ звѣздъ, звѣздныхъ кучъ и планетарныхъ туманностей.

3. **Солнечная система.** Чтобы имѣть понятіе о міровомъ движеніи свѣтилъ, слѣдуетъ ближе всего ознакомиться съ нашею солнечною системою.

Солнечная система состоитъ изъ слѣдующей группы звѣздъ: центральное свѣтило или солнце; вертящіяся вокругъ него звѣзды или планеты и астероиды и идущія къ нему навстрѣчу хвостатыя звѣзды—туманности, кометы, аэролиты, болиды, и леониды; кромѣ того, почти каждая планета имѣетъ вертящихся вокругъ нея особыхъ спутниковъ, именуемыхъ лунами.

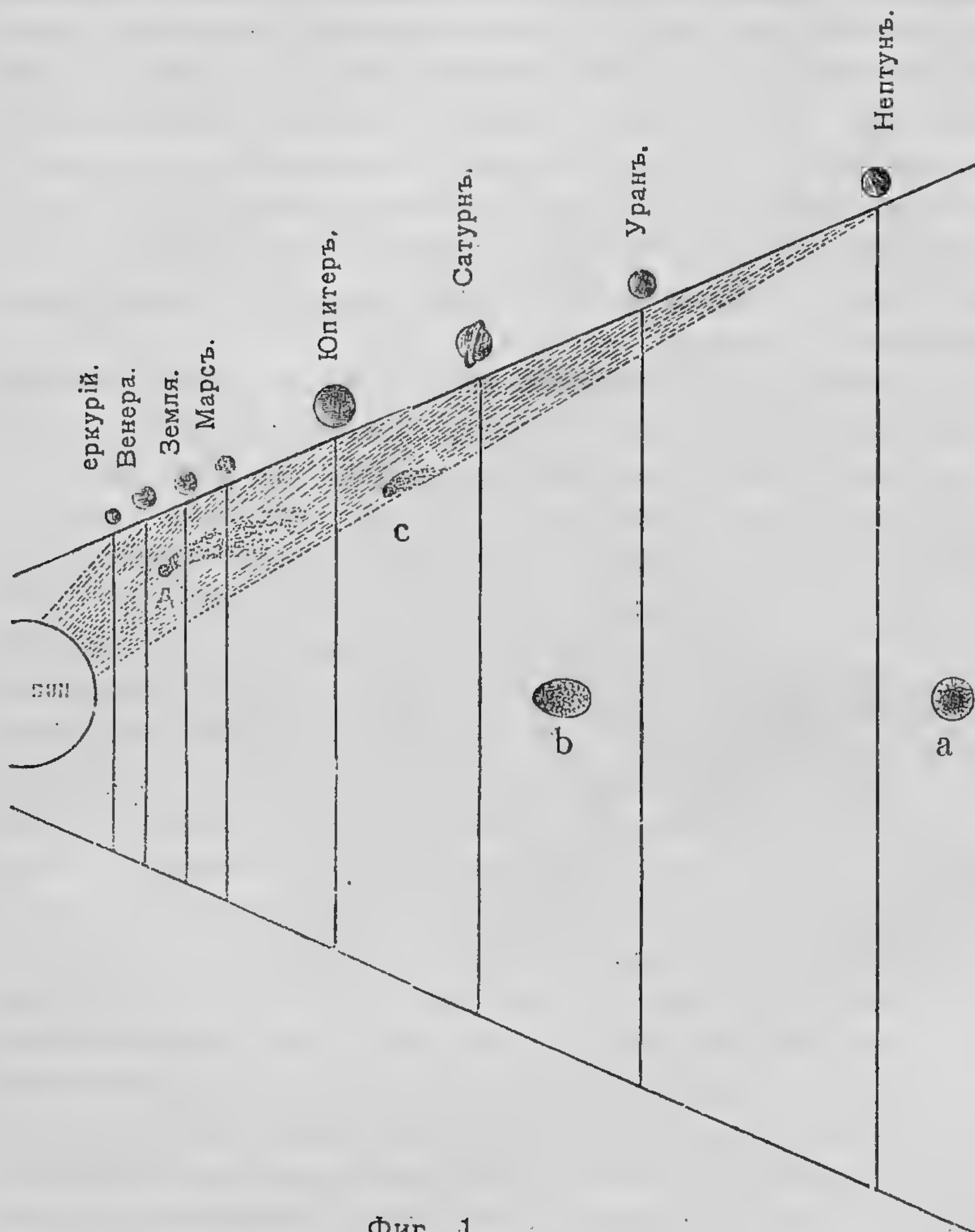
Какъ само солнце, такъ равно окружающія его планеты и астероиды, движутся вокругъ своей оси и имѣютъ форму сфероидъ, т. е. шаровъ сжатыхъ въ своихъ полюсахъ или, иначе сказать, конечныхъ точкахъ той оси, по которой они вертятся.

Звѣзды хвостатыя сфероидальной формы не имѣютъ, а представляютъ собою или скопившуюся въ формѣ туманнаго пятна или звѣзды массу космическихъ мелкихъ остатковъ или же сконцентрированный плотно предметъ тѣхъ же остатковъ, но въ малой формѣ, съ раскинутымъ въ сторону противоположную солнцу хвостомъ, состоящимъ изъ той же космической матеріи, какъ это мы видимъ въ кометахъ и хвостомъ отлагающимся позади движенія аэролита, болида, леонида и вообще метеоровъ.

Сфероидальность нашей земли была провѣрена астрономами путемъ колебанія маятника въ различныхъ точкахъ, ея поверхности, но результаты получились не вездѣ утѣшительные, а потому есть возможность предполагать, что сфероидальность планетъ не физическая, а оптическая, происходящая отъ того, что атмосфера ихъ въ экваторіальныхъ частяхъ повышена вслѣдствіе солнечнаго нагрѣванія, а потому и паровыя отложенія,

видимыя въ телескопъ, увеличиваютъ объемъ планетъ по экватору въ большемъ размѣрѣ, нежели всѣ стороны полюсовъ.

Движенiе сфероидальныхъ звѣздъ вокругъ своихъ осей, наглядно показываетъ ихъ фактическое перемѣщенiе съ одного мѣста на другое, а такъ какъ за все историческое существо-



Фиг. 1.

а) Туманное пятно или комета за предѣлами солнечной системы.

б) То-же пятно въ предѣлахъ солнечной системы.

в) То-же пятно въ соприкосновенiи съ планетнымъ кислороднымъ теченiемъ къ солнцу.

г) То-же пятно или комета съ большимъ хвосгомъ въ серединѣ планетнаго кислороднаго теченiя къ солнцу.

ваніе нашего солнца, оно, т. е. солнце, нисколько не измѣнило своего положенія относительно окружающихъ его планетныхъ міровъ, то отсюда прямой выводъ, что движеніе нашей солнечной системы есть общее для всей этой группы звѣздныхъ міровъ, соотвѣтствующее общему міровому движенію всѣхъ остальныхъ небесныхъ свѣтилъ.

4. **Міровое теченіе**. Прямую противоположность движенію нашей солнечной системы съ ея планетами и астероидами, составляетъ движеніе туманностей, кометъ, аэролитовъ, болидовъ и т. д. Движеніе этихъ свѣтилъ всегда бываетъ направлено въ сторону солнца, а такъ какъ по астрономическимъ наблюденіямъ намъ извѣстно, что они, не представляя собою сфероидовъ, всѣ состоятъ изъ космическихъ мелкихъ остатковъ, стало быть, не имѣя опредѣленной формы твердаго существованія, въ своемъ движеніи подчиняются какой-то другой внѣшней силѣ, которая и сообщаетъ имъ извѣстное направленіе; эта невидимая сила есть общее міровое теченіе, идущее въ сторону противоположную движенію нашего солнца. Нагляднымъ показателемъ этого движенія служитъ кометный хвостъ, расплывающійся иногда на громадное пространство въ сторону противоположную солнцу и идущій всегда слѣдомъ за ядромъ кометы. За предѣлами нашей солнечной системы мы видимъ наши кометы всегда въ формѣ туманныхъ пятенъ; поступая же въ предѣлы солнечной системы, это пятно вытягивается, наконецъ, приближаясь къ нашему солнцу, оно пріобрѣтаетъ тотъ длинный хвостъ, который всегда служитъ предметомъ особеннаго вниманія и суевѣрныхъ замѣчаній въ нашемъ простомъ народѣ.

Примѣръ образованія кометы и туманнаго пятна мы можемъ наглядно изобразить у себя на землѣ. Вообразимъ, что мы имѣемъ спокойное озеро и вытекающій изъ него ручей; въ это озеро мы кучно бросаемъ горсть песку; первое паденіе песка на воду образуетъ круглое пятно, сконцентрированное въ своей рединѣ; по мѣрѣ того, какъ это пятно начинаетъ приближаться къ выходящему изъ озера ручью, оно начинаетъ принимать овальную форму, наконецъ, выходя на струю ручья, головка пятна остается сконцентрированною въ комокъ, а боковыя его части, сжимаемыя струями воды, образуютъ длинный и продолговатый хвостъ; тоже самое наблюдается и при движеніи на

шихъ кометъ; очевидно, что и міровое теченіе, входя въ кругъ солнечной системы, тоже усиливается и такимъ образомъ измѣняетъ форму туманнаго пятна, превращая его въ комету.

Что касается аэролитовъ, болидовъ и леонидъ, то очевидно, что ихъ движеніе, тоже направляясь въ сторону міроваго теченья, попадаетъ въ извѣстные періоды времени въ атмосферу земли, когда она проходитъ занимаемое ими пространство и здѣсь, благодаря усиленному ихъ тренію объ азотную массу атмосферы, происходитъ самовозгараніе этихъ космическихъ остатковъ, видимое наблюдателемъ въ формѣ падающихъ звѣздъ.

5. **Органы движенія земли и другихъ планетъ.** Если мы возьмемъ земной глобусъ и будемъ разсматривать его, то найдемъ, что всѣ южныя части материковъ, приближающіяся къ южному полюсу имѣютъ конусообразную, заостренную форму, тогда какъ материки сѣвернаго полюса, представляютъ собою длинную береговую линію безформеннаго вида. Имѣя въ виду, что земля наша движется около солнца, направляясь нѣсколько впередъ его своимъ южнымъ полюсомъ, становится наглядно понятнымъ почему материки ея южнаго полюса пріобрѣли конусообразную, а не какую-либо другую форму, такъ какъ при этихъ условіяхъ своего строенія, она легче всего можетъ сопротивляться и разсѣкать то міровое теченіе, которое существуетъ въ природѣ и противъ котораго она идетъ вмѣстѣ съ солнечною системою міровъ.

На томъ же глобусѣ, мы замѣчаемъ, что поперекъ экватора земли, вдоль западнаго берега Сѣверной и Южной Америки идетъ рядъ высокихъ Кордильерскихъ горъ обращенныхъ своими плоскогорьями къ востоку, а крутогорьями къ западу, такое же расположеніе горъ и въ Африкѣ.

Наше солнце, распространяя свою живительную теплоту на всѣ окружающіе его планетные міры, вмѣстѣ съ теплотою своею, сообщаетъ этимъ планетамъ и толкательную силу движенія; сила эта, разлагаясь при соприкосновеніи съ Кордильерами на параллеллограмъ силъ, даетъ направленіе движенію земли съ запада на востокъ, при чемъ земля наша, благодаря этой тепло-

вой силѣ солнца, движется вокругъ своей оси и по орбитѣ около солнца со скоростью 28 верстъ въ секунду.

Продолжая свои наблюденія надъ тѣмъ же глобусомъ, мы невольно останавливаемся на другомъ рядѣ горъ, которыя, подъ названіемъ Гиммалая, Белуджистанскихъ, Кавказа, Карпатъ, Швейцарскихъ Альповъ и Пиринейскихъ, тянутся отъ южной части Китайской Имперіи, т. е. отъ Тихаго Океана, вплоть до Бискайскаго залива Атлантическаго Океана, т. е. отъ 20 до 40 градуса сѣверной широты, представляя собою одну громадной величины почти сплошную возвышенность, обращенную своими плоскогорьями къ югу, а крутогорьями къ сѣверу; такимъ образомъ горы эти представляютъ собою какъ бы лопасть винтоваго колеса, идущаго во всю ширину материковъ Азіи и Европы.

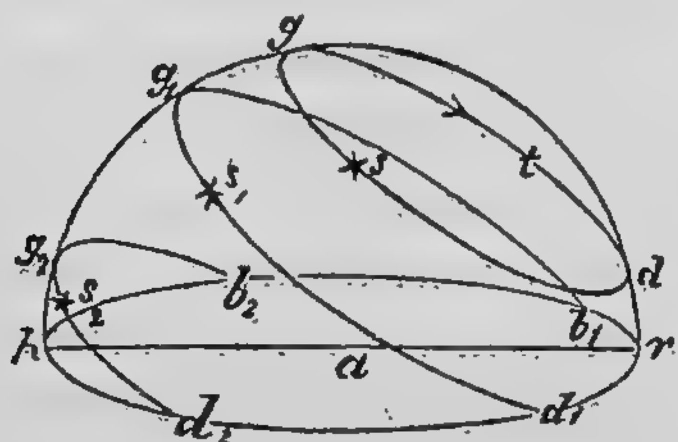
Вообразимъ себѣ теперь движеніе нашей земли вокругъ своей оси, сообщенное ей толкательною тепловою силою нашего солнца. По изслѣдованію профессора Бухмана, сила давленія солнечныхъ лучей на поверхность земли въ Египтѣ на каждый квадратный метръ равна одной паровой силѣ въ день, при дифференціальномъ ея разложеніи во времени, т. е. сильнѣе къ полудню и слабѣе утромъ и вечеромъ. Это движеніе выразится въ двухъ направленіяхъ: съ одной стороны земля, вертясь около своей оси, пріобрѣтаетъ и поступательное движеніе вокругъ своего солнца, именуемое орбитою движенія, съ другой же стороны цѣпь горъ, идущихъ поперекъ материка Азіи и Европы, сообщаетъ ей поступательное движеніе впередъ въ сторону южнаго полюса: такимъ образомъ земля наша, участвуя въ общемъ движеніи солнечной системы, въ то же время занимаетъ въ ней извѣстное, точно опредѣленное положеніе, которое со стороны другихъ міровъ будетъ казаться неподвижнымъ, если бы только мы могли оттуда произвести свои наблюденія надъ нашей солнечной системою. Вотъ почему и обратная сторона этого явленія совершенно тождественна и мы имѣемъ передъ своими глазами всѣ міровыя созвѣздія въ точно сложившейся и мало измѣняемой вѣками формѣ.

Такъ какъ орбиты движенія остальныхъ планетъ нашей солнечной системы подобны земной въ своихъ направленіяхъ и положеніяхъ, то отсюда по аналогіи мы можемъ смѣло сдѣлать свой научный выводъ, что каждая изъ окружающихъ наше солнце

планетъ имѣетъ самостоятельныя органы движенія, дающія ей возможность принимать и оказывать степень своего участія въ системѣ, соотвѣтственно своему міровому развитію.

6. **Горизонтъ** — Если наблюдатель находится на открытомъ мѣстѣ, напримѣръ, среди обширной равнины, или на поверхности океана, гдѣ ничто не мѣшаетъ глазу смотрѣть въ даль, то окружающая мѣстность представляется кругомъ, въ центрѣ котораго стоитъ наблюдатель; этотъ кругъ называется *видимымъ горизонтомъ* (греч. ὁ ὁρίζων κύκλος лат. terminator, т. е. ограничивающій кругъ); на окружность его, повидимому, опирается небесный сводъ.

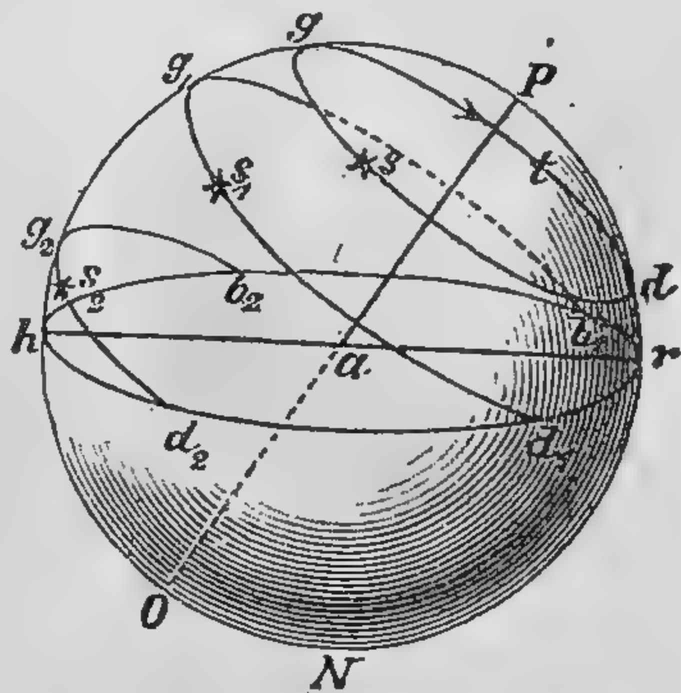
7. **Суточное движеніе свѣтилъ.** — Свѣтила представляются всегда движущимися по небесному своду. Чтобы составить себѣ ясное понятіе объ этомъ движеніи, вообразимъ небесный сводъ $hgdr$ (фиг. 2) и горизонтъ hb_2rd_1; въ общемъ ихъ центрѣ a находится глазъ наблюдателя. Одни изъ свѣтилъ, какъ напр. s_1 и s_2, появляются изъ-подъ горизонта, съ той стороны его hd_2d_1r, которая называется *восточною*, или, какъ говорятъ въ общежитіи, *восходятъ*, потомъ подымаются все выше и выше, описывая на небесномъ сводѣ пути $d_1g_1b_1$ и $d_2g_2b_2$, доходятъ до наивысшихъ своихъ положеній g_1 и g_2, затѣмъ опускаются по линіямъ g_1b_1 и g_2b_2 и скрываются подъ горизонтъ на западной сторонѣ его hb_2b_1r или *заходятъ*; спустя нѣкоторый промежутокъ времени, различный для каждой звѣзды, онѣ снова восходятъ, и почти чрезъ сутки возвращаются на прежнія мѣста. Многія звѣзды не восходятъ и не заходятъ, оставаясь всегда на небѣ; такъ, звѣзда s описываетъ весь свой путь надъ горизонтомъ: двигаясь по dsg, она подымается, достигаетъ въ g наивысшаго своего положенія, потомъ опускается по gtd до наименьшей высоты въ d, опять подымается и такъ далѣе. Это кажущееся движеніе солнца, луны, планетъ и звѣздъ съ востока на западъ, вслѣдствіе котораго они восходятъ и заходятъ, называется *суточнымъ* и повторяется каждыя сутки. Пути всѣхъ свѣтилъ s, s_1, s_2, лежатъ въ плоскостяхъ между собою параллельныхъ. Величина



Фиг. 2.

этихъ путей для разныхъ заходящихъ свѣтилъ и время пребыванія ихъ надъ горизонтомъ неодинаковы; такъ, путь звѣзды s_2 и время пребыванія ея надъ горизонтомъ менѣе, чѣмъ у звѣзды s_1. Незаходящія свѣтила постоянно находятся надъ горизонтомъ, но пути ихъ и, слѣдовательно, скорости движенія различны.

Двигаясь по небесному своду въ продолженіе сутокъ звѣзды не перемѣняютъ своего относительнаго положенія. Поэтому, первые наблюдатели представляли небо полнымъ твердымъ шаромъ (фиг. 3), на которомъ звѣзды утверждены неподвижно; шаръ этотъ, вмѣстѣ съ свѣтилами, вращается около линіи PO, проходящей чрезъ центръ горизонта a и называемый *осью міра*; отсюда названіе *неподвижныя* звѣзды. При общемъ движеніи небеснаго свода, ось міра PaO остается въ покоѣ; точки P и O пересѣченія ея съ небеснымъ сводомъ называются *полюсами* [1]) *міра*.



Фиг. 3.

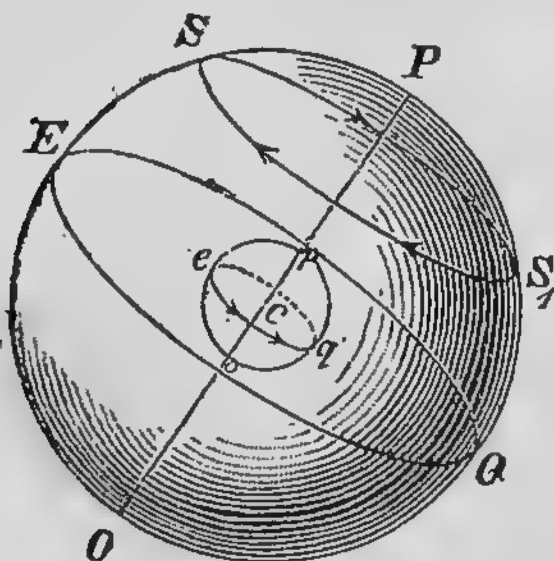
Суточная параллель, описываемая незаходящимъ свѣтиломъ, тѣмъ менѣе, чѣмъ оно ближе къ полюсу P. Небесный сводъ раздѣляется горизонтомъ на двѣ половины: видимую hPr и невидимую hNr; при вращеніи ея около оси міра PaO, надъ горизонтомъ появляются различныя неподвижныя звѣзды; однѣ поднимаются, другія опускаются, восходятъ, заходятъ и т. д. Прочія свѣтила, какъ планеты, кометы, кромѣ общаго суточнаго движенія вмѣстѣ съ неподвижными звѣздами, имѣютъ еще свое собственное, вслѣдствіе котораго относительныя ихъ положенія другъ къ другу и неподвижнымъ звѣздамъ измѣняются.

Объясненіе суточнаго движенія небесныхъ свѣтилъ. — Находясь на палубѣ парохода, движущагося по однообразной поверхности моря, мы не замѣчаемъ нашего движенія; намъ кажется

---

[1]) Слово полюсъ (греч. πόλος отъ глагола πέλω вращаю) значитъ вращеніе. Полюсами большого круга шара называются точки пересѣченія діаметра шара (оси), перпендикулярнаго къ плоскости этого большого круга, съ шаровою поверхностью.

тогда, что мы пребываемъ въ покоѣ; напротивъ, встрѣчающіеся на пути предметы: суда, стоящія на якорѣ, плавающія тѣла — движутся, повидимому, въ сторону, противоположную нашему дѣйствительному движенію. Подобно тому, всякій земной наблюдатель, участвуя во вращеніи земли на оси, не замѣчаетъ этого движенія; ему, напротивъ, кажется, что небесныя свѣтила движутся въ противоположную сторону. Пусть для простоты наблюдатель находится въ центрѣ c (фиг. 4) земли $peoq$. Небесная сфера $PSOQ$ представится тогда движущеюся по направленію (показанному на фигурѣ стрѣлками), противоположному дѣйствительному вращенію земли. При этомъ движеніи, линія PO, служащая продолженіемъ земной оси po, остается въ покоѣ; эта линія совпадаетъ съ *осью міра* (3); пересѣченія ея съ небесною сферой P и O суть полюсы міра: P — сѣверный полюсъ и O — южный.



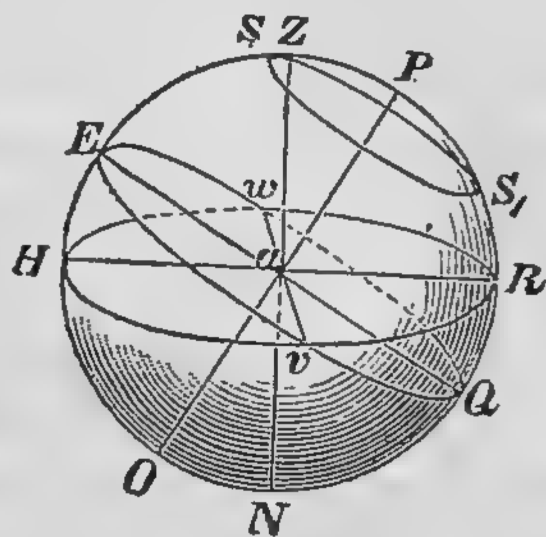
Фиг. 4.

Каждая точка S сферы, оставаясь въ одинаковомъ разстояніи отъ ея центра, описываетъ повидимому [1]) окружность CC_1 малаго круга, перпендикулярнаго къ оси PO. Эти окружности называются *суточными параллелями звѣздъ*. Наибольшая изъ суточныхъ параллелей будетъ EQ, которой центръ совпадаетъ съ центромъ e небесной сферы; плоскость большого круга EQ небесной сферы, перпендикулярная къ оси міра называется *небеснымъ экваторомъ*. Экваторъ раздѣляетъ небесную сферу на двѣ половины: сѣверную EPQ и южную EOQ. Большой кругъ $FEOQ$ сферы, проходящій чрезъ ось міра, называется *небеснымъ меридіаномъ*; небесныхъ меридіановъ можно провести безчисленное множество.

Такъ какъ центръ небесной сферы можно вообразить въ какой угодно точкѣ земного шара безъ измѣненія положенія звѣздъ, то для всѣхъ наблюдателей на поверхности земли, кажущееся движеніе небесной сферы будетъ одно и то же и при

[1]) Говоримъ: *повидимому*, потому что въ дѣйствительности этого движенія нѣтъ.

томъ одинаковое съ тѣмъ, какое увидѣлъ бы наблюдатель изъ центра земли. Но какъ горизонты различныхъ мѣстъ имѣютъ всевозможныя относительныя положенія, то, въ разныхъ точкахъ земной поверхности наклоненія горизонта къ оси міра и, слѣдовательно, къ суточнымъ параллелямъ, меридіанамъ, экватору будутъ различны; только этимъ, т. е. наклоненіемъ горизонта, отличаются одна отъ другой небесныя сферы разныхъ наблюдателей. Пусть, напримѣръ, наблюдатель находится на точкѣ a (фиг. 5). Горизонтъ его будетъ HR. Небесная сфера—$HPQO$; центръ ея—въ глазѣ наблюдателя, который будетъ видѣть только половину ея, потому что горизонтъ HR, какъ большой кругъ сферы, раздѣляетъ ее на двѣ равныя части: одна изъ нихъ HZR называется видимою, а другая HNR—невидимою. Линія PO, проходящая черезъ центръ горизонта или сферы и параллельная оси земли, будетъ осью міра, EQ есть небесный экваторъ, параллельный земному экватору, SS_1—одна изъ суточныхъ параллелей.



Фиг. 5.

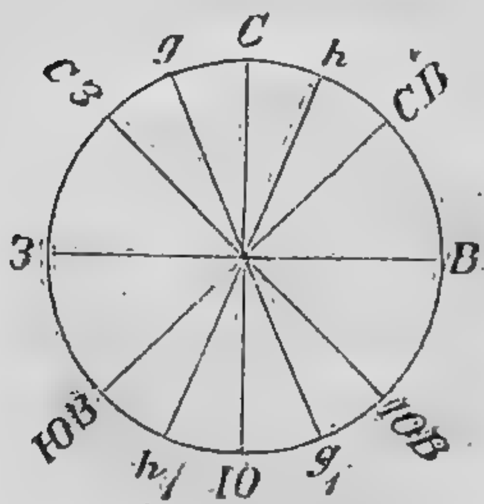
Вертикальная линія, проходящая чрезъ глазъ наблюдателя, пересѣкаетъ небесную сферу въ двухъ точкахъ Z и N. Пересѣченіе Z съ видимою частью небесной сферы называется *зенитомъ* [1]), а противоположная точка N—*надиромъ* [2]). Плоскость, вмѣщающая вертикальную линію или, что все равно, проходящая чрезъ зенитъ и надиръ, называется *вертикальною* или *вертикаломъ*. Вертикальныхъ плоскостей можно провести безчисленное множество. Плоскость, проведенная чрезъ отвѣсную линію и перпендикулярно къ меридіану, называется *первымъ вертикаломъ*. Плоскость PZO, вмѣщающая ось міра и вертикальную линію, есть одинъ изъ небесныхъ меридіановъ и называется небеснымъ меридіаномъ *даннаго мѣста* или *астрономическимъ* меридіаномъ. Меридіанъ даннаго мѣста пересѣкаетъ горизонтъ по діаметру HR, который называется *меридіональною линіей*

---

[1]) Арабское semt—ur—râs—страна головы.

[2]) Арабское nadir—противоположный.

Одна изъ двухъ точекъ пересѣченія окружностей меридіана и горизонта, ближайшая къ полюсу міра *P*, именно *R*, называется *сѣверомъ*, если мѣсто *a* лежитъ въ сѣверномъ полушаріи земли; противоположная точка *H*—*югомъ*. Если *a* находится въ южномъ полушаріи земли, то точки *H* и *R* имѣютъ противоположныя названія: ближайшая точка къ полюсу называется югомъ. Небесный экваторъ *EQ* пересѣкаетъ горизонтъ *HR* по діаметру *vw*; концы діаметра *w* и *v* называются: *w*—*западомъ*, *v*—*востокомъ*. Если обратимся лицемъ къ сѣверу, то направо будетъ востокъ, а налѣво западъ. Такъ какъ экваторъ и горизонтъ перпендикулярны къ меридіану даннаго мѣста, то пересѣченіе ихъ *wv* также перпендикулярно къ меридіану и, слѣдовательно, ко всякой прямой линіи, на немъ проведенной, а потому и къ *HR*. Итакъ, *HR* и *wv* взаимно перпендикулярны. Точки *H*, *R*, *w*, *v* называются *странами горизонта*. Фигура 6 изображаетъ горизонтъ, *С* есть сѣверъ, *Ю*—югъ, *В*—востокъ, *З*—западъ; прямыя линіи *СЮ* и *ЗВ* взаимно перпендикулярны. Прямые углы, ими образованные, раздѣляютъ пополамъ прямыми линіями и концы ихъ обозначаютъ названіями странъ горизонта, между которыми они лежатъ, причемъ начинаютъ съ названія юга и сѣвера. Такимъ образомъ, точка *СВ* называется сѣверо-востокомъ, *ЮВ*—юго-востокомъ, *ЮЗ*—юго-западомъ, *СЗ*—сѣверо-западомъ. Углы въ 45° подраздѣляютъ линіями hh_1 и gg_6 еще разъ пополамъ, и пересѣченія ихъ съ окружностью горизонта обозначаютъ названіями промежуточныхъ странъ, начиная съ одной изъ четырехъ: *С*, *Ю*, *В* и *З*. Такъ, точка между *СЗ* и *С* обозначается—*ССЗ* и произносится сѣверо-сѣверо-западъ. Точка между *СЗ* и *З*—западъ-сѣверозападъ и пр.



Фиг. 6.

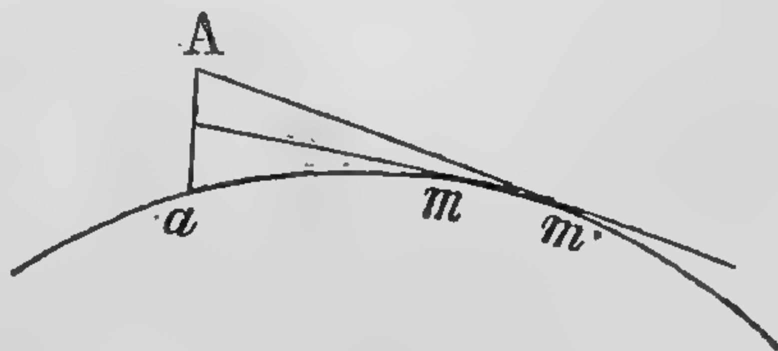
8. **Шарообразный видъ земли.**—*Земля есть тѣло, ограниченное со всѣхъ сторонъ, потому что ее можно объѣхать кругомъ.* Такое путешествіе, называемое кругосвѣтнымъ, было совершено въ первый разъ Магелланомъ. Онъ отплылъ изъ гавани Санъ-Люкаръ (въ Андалузіи) въ сентябрѣ 1519 года, и, направляясь постоянно на западъ, достигъ Америки, откуда,

обогнувъ ея южную оконечность, чрезъ проливъ, носящій его имя, вступилъ въ Тихій океанъ. На Филиппинскихъ островахъ онъ былъ убитъ туземцами, а спутники его, продолжая свой путь на западъ, обошли мысъ Доброй Надежды и вернулись въ Европу въ сентябрѣ 1522 года. Затѣмъ, кругосвѣтныя путешествія повторялись много разъ и нерѣдко совершаются и въ настоящее время.

Земля имѣетъ форму, весьма близкую къ шару. Доказательства шаровидности земли—двоякія: геометрическія, основанныя на измѣреніи линій и угловъ, и физическія, основанныя на свойствахъ силы тяжести, т. е. давленіи воздушной атмосферы.

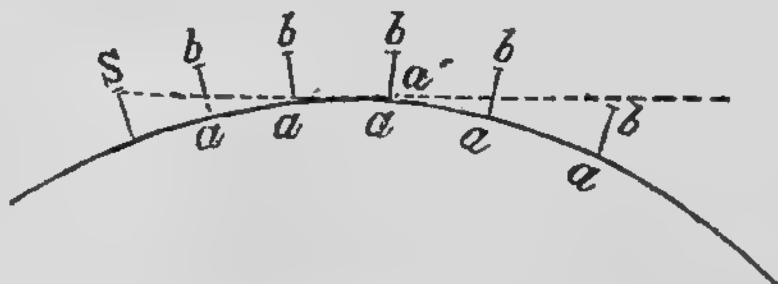
1) Приближаясь къ какому-гибо высокому предмету, напримѣръ, горѣ, мы сначала видимъ его вершину, потомъ середину и, наконецъ, подойдя близко къ самому предмету, мы усматриваемъ его основаніе. Но съ какой бы стороны къ предмету ни приближались, вершина его появляется на горизонтѣ на одномъ и томъ же разстояніи; чѣмъ выше предметъ, тѣмъ это разстояніе больше. Напримѣръ, вершина горы, которой высота равна 1 килом. видна со всѣхъ сторонъ за 111 килом. Такимъ свойствомъ обладаетъ только шаровая поверхность.

2) *Выпуклость морской поверхности.* Когда мы удаляемся отъ предмета A, возвышающагося надъ поверхностью моря, его вышина уменьшается, пока онъ не исчезнетъ изъ вида. Это указываетъ, что поверхность моря имѣетъ шаровой видъ.



Фиг. 7.

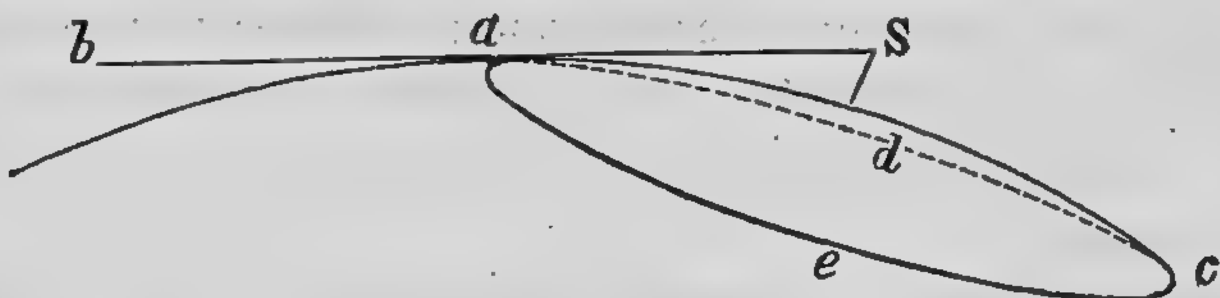
Когда корабль выходитъ изъ гавани, наблюдатель въ S видитъ его во всей его величинѣ ab въ теченіе нѣкотораго времени; потомъ основаніе a дѣлается невидимымъ, и наблюдатель видитъ только верхнюю часть $a'b$. Эта видимая часть постепенно уменьшается, и скоро корабль скрывается.



Фиг. 8.

3) *Морской горизонтъ.* Линія $abcd$, отдѣляющая небесный сводъ отъ поверхности моря, называется линіей морского гори-

зонта. Проведемъ изъ глаза наблюдателя прямую линію къ какой-нибудь точкѣ горизонта *a*. Эта прямая будетъ очевидно касательною къ кривой поверхности моря въ точкѣ *a*. Линія види-

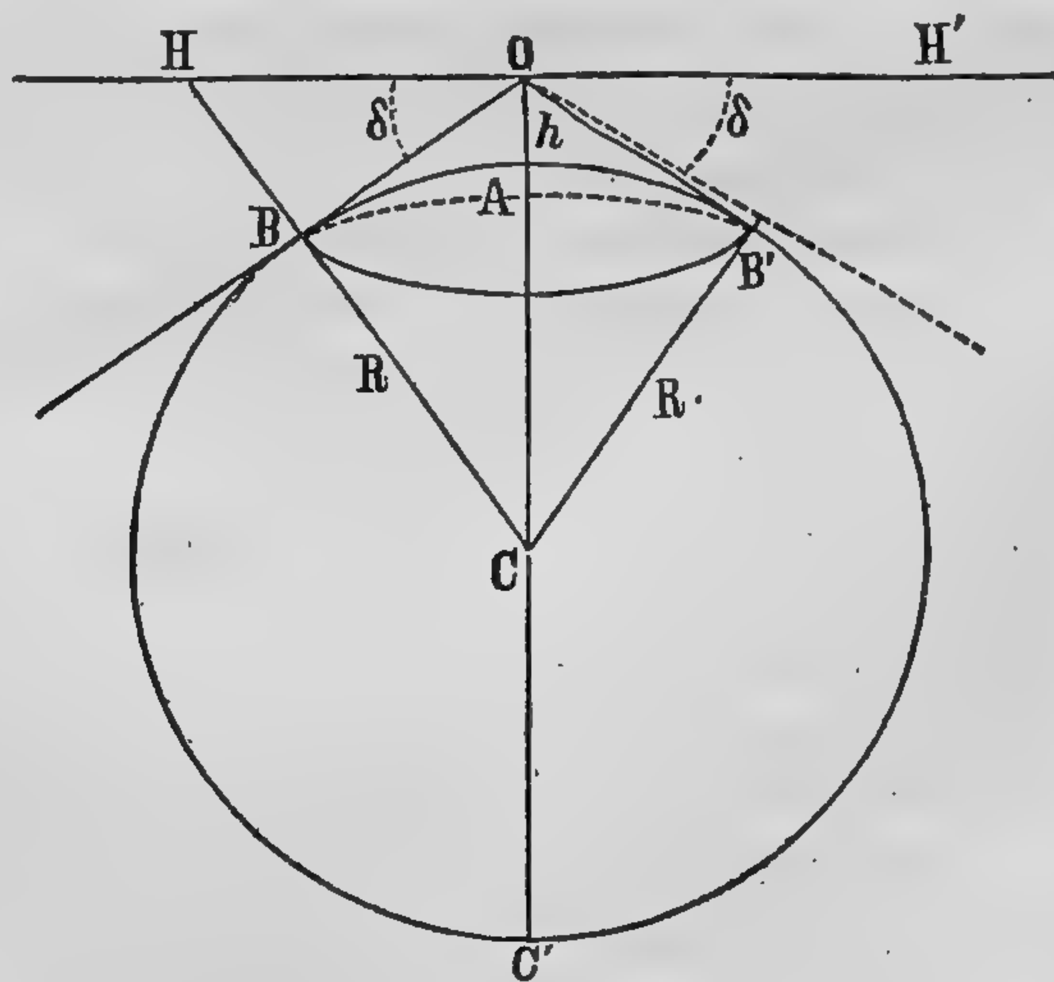


Фиг. 9.

маго горизонта есть геометрическое мѣсто всѣхъ точекъ, въ которыхъ идущія изъ глаза линіи зрѣнія касаются поверхности моря, т. е. малый кругъ *ac*.

Чѣмъ выше наблюдатель надъ уровнемъ моря, тѣмъ болѣе видимый горизонтъ, и тѣмъ дальше уходитъ отъ него линія горизонта.

Пусть (фиг. 10) C есть центръ земли, AB и AB' части ея поверхности; O наблюдатель на высотѣ $OA=h$ отъ поверхности земли; HOH', перпендикулярная къ діаметру земли AC', есть линія *истиннаго горизонта*. Прямая OB, касательная къ



Фиг. 10.

поверхности земли въ точкѣ B, проведена изъ глаза наблюдателя къ точкѣ B видимаго горизонта. Уголъ $HOB=\delta$ называется *пониженіемъ видимаго горизонта*.

$\angle HOB = \angle OCB$, потому что стороны ихъ взаимно перпендикулярны. Дуга AB есть сферическій радіусъ круга видимаго горизонта или измѣренное на поверхности моря разстояніе точки A отъ окружности круга, которую можно заразъ обозрѣть изъ O. Въ прямоугольномъ при B треугольникѣ OBC имѣемъ:

$$\cos OBC = \frac{BC}{OC}, \text{ или}$$

$$\cos \delta = \frac{R}{R+h}.$$

Эта формула невыгодна, потому что малый уголъ δ опредѣляется по косинусу. Вычитая обѣ части изъ единицы, мы получимъ:

$$1 - \cos \delta = 1 - \frac{R}{R+h},$$

или

$$2 \, Sin^2 \frac{\delta}{2} = \frac{h}{R+h},$$

$$Sin \frac{\delta}{2} = \sqrt{\frac{h}{2(R+h)}}.$$

Эта формула даетъ истинное пониженіе морского горизонта, если бы лучъ зрѣнія, проведенный изъ глаза къ линіи горизонта, былъ прямой. Но вслѣдствіе земной рефракціи онъ кривой, и величина этой земной рефракціи перемѣнна. Обыкновенно, вычисленное по формулѣ пониженіе уменьшаютъ на $^1/_8$ его величины. Лѣвая часть фигуры (10) соотвѣтствуетъ явленію безъ земной рефракціи, правая часть—съ рефракціей.

Приближенная формула имѣетъ видъ:

δ (въ минутахъ дуги) $= \sqrt{h \text{ (въ футахъ)}}$, т. е.,

квадратный корень изъ высоты глаза (въ футахъ) надъ поверхностью моря даетъ пониженіе морского горизонта въ минутахъ дуги.

То обстоятельство, что пониженіе морского горизонта вездѣ одинаково, показываетъ, что морская поверхность шаровидна.

Но поверхность воды гораздо болѣе поверхности суши, и высота материковъ надъ уровнемъ моря сравнительно незначительна, поэтому мы и можемъ заключить, что и вся земля шарообразна.

4) *Линія видимаго горизонта есть окружность.* Части зем-

ной поверхности, видимыя съ возвышеннаго мѣста, кажутся ограниченными окружностью круга. По этой окружности коническій пучекъ лучей зрѣнія изъ глаза наблюдателя касается земной поверхности. Это свойство принадлежитъ только шару.

5) *Кривизна земли по направленію отъ сѣвера къ югу.* Наблюденіе небеснаго свода даетъ намъ еще доказательство сферической формы земли по направленію отъ сѣвера къ югу. Если мы наблюдаемъ звѣзды въ различныхъ мѣстахъ, идя отъ сѣвера къ югу, то высота звѣздъ надъ горизонтомъ во время ихъ прохожденія черезъ меридіанъ измѣняется непрерывно. Для звѣздъ, которыя мы наблюдаемъ, обратившись лицомъ на сѣверъ, высота уменьшается, а для звѣздъ, видимыхъ въ противоположной сторонѣ неба, она увеличивается. При этомъ высота звѣздъ ростетъ пропорціонально пройденному наблюдателемъ пути, такъ что на каждыя 15 миль или 111 километровъ высота звѣздъ увеличивается на 1^0. Сѣверныя звѣзды постепенно скрываются подъ горизонтомъ, и становятся видимы южныя звѣзды.

6) *Кривизна земли въ направленіи отъ запада къ востоку.* Свѣтила восходятъ и заходятъ не въ одно и то же время въ различныхъ мѣстахъ, а именно: въ восточныхъ раньше, а въ западныхъ позже. Если бы земля была плоская, то, напр., солнце должно было бы восходить, достигать наибольшей высоты и заходить вездѣ въ одинъ и тотъ же физическій моментъ. Это ясно изъ такого сравненія. Будемъ медленно поднимать у края стола зажженную свѣчу. Чуть только она достигнетъ высоты верхней доски стола, то освѣтитъ всю плоскость стола одновременно.

7) Тѣнь земли, видимая на лунномъ дискѣ во время луннаго затменія, имѣетъ форму дуги круга, съ какой бы стороны земля ни была освѣщена. Только шаровидное тѣло имѣетъ со всѣхъ сторонъ круглую тѣнь [1]).

8) *Физическія доказательства.* Силою тяжести называется

---

[1]) Во время луннаго затменія луна входитъ въ конусъ тѣни позади освѣщенной солнцемъ земли. Если затменіе полное, тогда луна вовсе невидна, если же затменіе частное, тогда конусъ земной тѣни пересѣкаетъ полный дискъ луны по кривой линіи. Аристотель (De coelo, II, 14), жившій 384—322 до Р. Х., утверждалъ, что эта линія всегда круговая, но дискъ, цилиндръ, конусъ также будутъ имѣть круглую тѣнь, если ихъ ось при вращеніи всегда обращена къ солнцу.

та сила, которая притягиваетъ всѣ тѣла къ центру земли. Направленіе этой силы называется *вертикальнымъ* (отъ лат. vertex, icis вершина) или отвѣснымъ. Вертикальныя линіи въ каждой точкѣ земной поверхности перпендикулярны къ поверхности водъ, находящихся въ покоѣ.

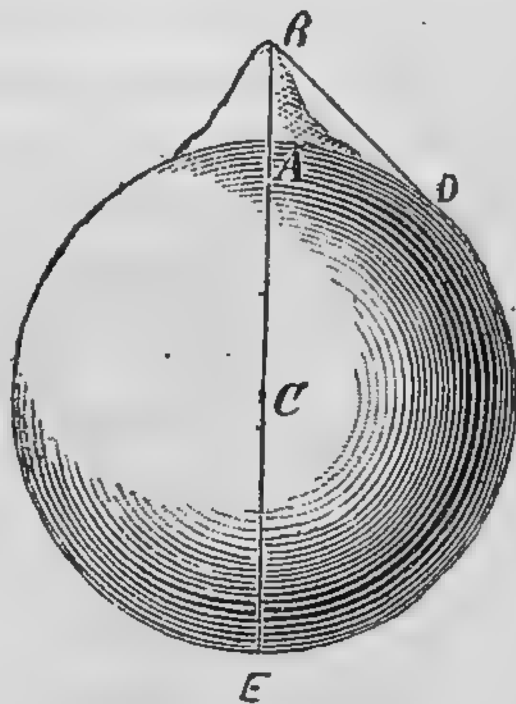
Поверхность воды на большомъ протяженіи выпукла, слѣд., отвѣсныя линіи въ разныхъ мѣстахъ, будучи нормальны къ этой кривой поверхности, не могутъ быть параллельны и сходятся въ центрѣ земли.

Понятіе „верхъ" и „низъ" при круглой землѣ должны измѣнить свой смыслъ: верхъ указываетъ направленіе отъ центра земли, а низъ—направленіе къ центру.

Приведенныя численныя данныя могутъ даже служить для приблизительнаго опредѣленія радіуса земли. Пусть ADE (фиг. 11) представляетъ большой кругъ земного шара, AB—гору высотой въ 1 кил. Проведемъ изъ вершины B горы касательную линію DB къ кругу ADE; точка D будетъ та точка, съ которой видна только одна вершина B. По условію, $AB=1$ килом., $AD=111$ килом. Такъ какъ радіусъ земного шара весьма великъ въ сравненіи съ 111 килом., то безъ ощутительной погрѣшности можно принять $BD=AD$. Проведя черезъ точку B діаметръ $BACE$ и обозначивъ радіусъ земного шара чрезъ x, получимъ на основаніи извѣстной теоремы геометріи:

$$\frac{AB}{BD}=\frac{BD}{BE}\text{, откуда}$$

$$2x+1=(111)^2 \text{ и } x=6155 \text{ килом.}$$



Фиг. 11.

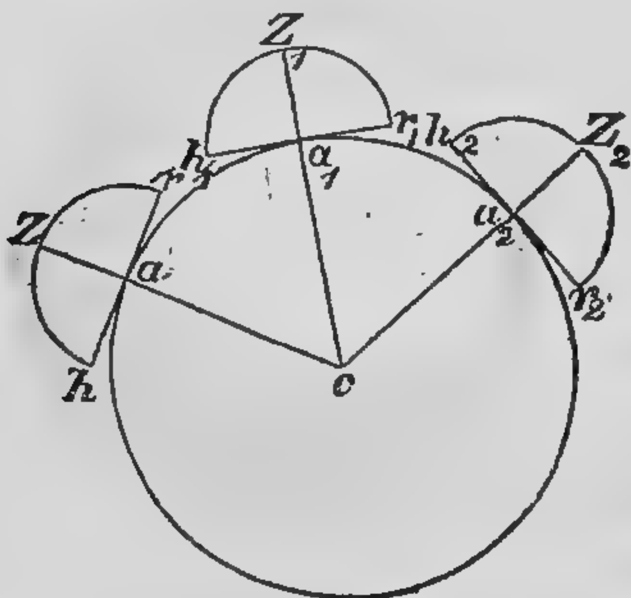
Величина земного радіуса, полученная съ помощью этого способа, можетъ заключать большую погрѣшность, потому что весьма трудно опредѣлить съ достаточною точностью то мѣсто D земной поверхности, гдѣ видна вершина предмета AB; кромѣ того, сдѣланное выше вычисленіе содержитъ въ себѣ погрѣшность, ибо BD не равно AD. Наконецъ, вслѣдствіе преломленія лучей свѣта въ атмосферѣ, всѣ предметы кажутся выше своего положенія. Впослѣдствіи будетъ указанъ другой способъ для опредѣленія величины земного радіуса.

Неровности, замѣчаемыя на земной поверхности, какъ горы, котловины, не измѣняютъ ея шарообразнаго вида, по причинѣ ихъ малости въ сравненіи съ земнымъ шаромъ, подобно тому, какъ пыль, приставшая къ мячику не измѣняетъ его фигуры. Самая высокая гора на землѣ Гауризанкаръ или Эверестъ въ Гималаяхъ возвышается на 8840 метровъ надъ уровнемъ моря, земной же радіусъ приблизительно равенъ 6370000 метрамъ. Отсюда отношеніе вышины величайшей горы къ земному радіусу равно 8840 : 6370000 = 1 : 720. Песчинка на глобусѣ въ $^1/_2$ метра діаметра болѣе измѣнитъ шаровую фигуру его, чѣмъ Гауризанкаръ исказитъ земной шаръ.

Мы не замѣчаемъ кривизны земли благодаря величинѣ земного радіуса.

Вообразимъ, что глазъ наблюдателя находится на самой поверхности земли, тогда плоскость видимаго горизонта станетъ касательною къ земному шару, и точка касанія совпадетъ съ мѣстомъ наблюденія. Такъ какъ земной радіусъ довольно великъ, то кривизна земли (обратно пропорціональная радіусу) довольно мала. Поэтому, вблизи точки касанія шаровая поверхность настолько мало отличается отъ своей касательной плоскости, что нашъ глазъ видитъ плоскую поверхность вмѣсто выпуклой.

9. **Горизонтъ даннаго мѣста.**—Горизонтальная плоскость или плоскость горизонта есть плоскость, перпендикулярная къ направленію силы тяжести. Такъ какъ направленіе силы тяжести, т. е., отвѣсная линія есть продолженіе земного радіуса, а касательная плоскость къ шару перпендикулярна радіусу, проведенному въ точку касанія, то горизонтъ въ какой-либо точкѣ земной поверхности, или какъ говорятъ иначе, *горизонтъ даннаго мѣста*, есть плоскость, касательная къ земному шару въ этомъ мѣстѣ. Горизонтовъ безчисленное множество, и они имѣютъ всевозможное наклоненіе одинъ къ другому. Если aa_1a_2 (фиг. 12) изображаетъ землю, то hr, h_1r_1, h_2r_2, представятъ горизонты мѣстъ a, a_1, a_2 соотвѣтственно перпендикулярные къ радіусамъ земного шара ca, ca_1, ca_2. Каж-



Фиг. 12.

дый горизонтъ hr раздѣляетъ вселенную на двѣ части: видимую изъ центра его и невидимую. Всѣ свѣтила, которыя лежатъ выше горизонта, будутъ видимы, а по другую сторону—невидимы. Поэтому, одновременно изъ точекъ a, a_1, a_2 земли видны разныя свѣтила и, значитъ, для каждаго горизонта hr, h_1r_2, h_2r_2—свой небесный сводъ hZr, $h_1Z_1r_1$ $h_2Z_2r_3$.

II.

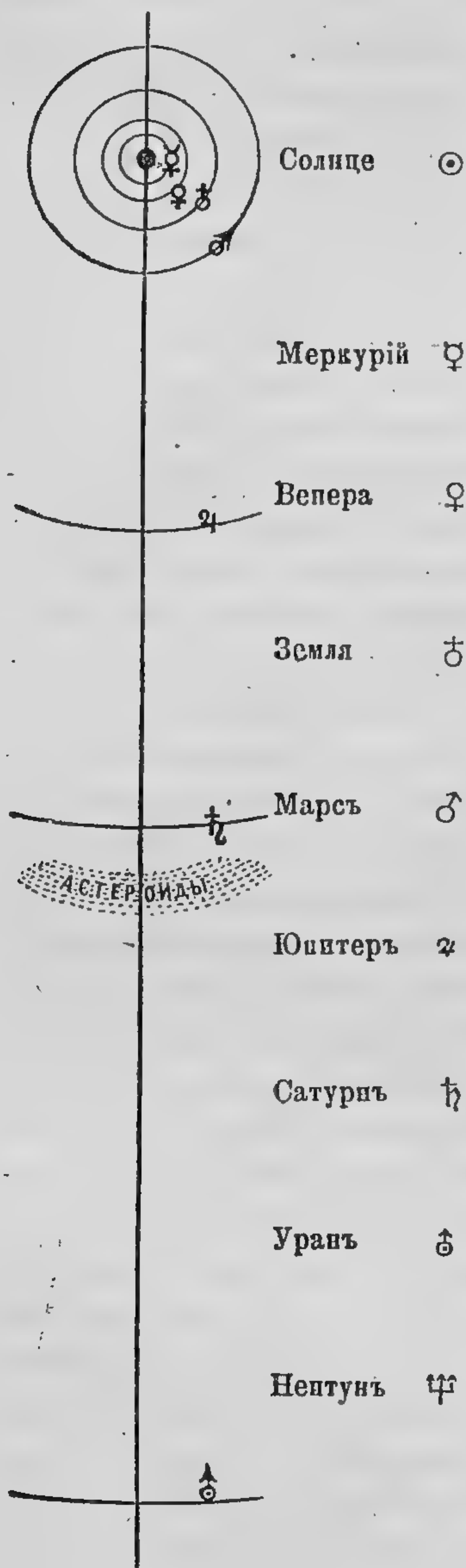
10. **Гипотеза**[1]) **Коперника.** — Для объясненія наблюдаемаго движенія небесныхъ тѣлъ съ самыхъ древнихъ временъ строились разныя гипотезы. Древнѣйшая изъ нихъ, которая естественно является и теперь каждому, начинающему изучать небесныя явленія, предполагаетъ, что наблюдаемое движеніе небесныхъ тѣлъ есть истинное, — что свѣтила, дѣйствительно, имѣютъ суточное движеніе, т. е. совершаютъ въ теченіе сутокъ полный оборотъ вокругъ земного шара. Гипотеза эта, однакожъ, не можетъ быть допущена, потому что нѣкоторыя явленія ею не объясняются и даже находятся въ прямомъ противорѣчіи. Мы упомянемъ здѣсь объ одномъ изъ такихъ явленій. Неподвижныя звѣзды находятся въ огромныхъ разстояніяхъ отъ земли; поэтому, величина путей, описываемыхъ ими надъ горизонтомъ, должна быть также чрезвычайно велика, а, значитъ, скорость движенія—невѣроятно большая. Такое быстрое движеніе можетъ быть произведено только чрезмѣрно большою силою,—столь большою, что существованіе ея невозможно допустить. Кромѣ того, нельзя понять, почему звѣзды, не смотря на ихъ различныя разстоянія отъ насъ, движутся согласно, не упреждая и не отставая другъ отъ друга. Чтобы объяснить это, пришлось бы приписать невѣроятныя свойства тэй огромной силѣ, которая управляетъ движеніемъ небесныхъ свѣтилъ. Коперникъ, уроженецъ города Торна (род. въ 1472 г., умеръ въ 1543 г.), далъ гипотезу, которая вполнѣ удовлетворительно объясняетъ всѣ наблюдаемыя явленія; она извѣстна подъ именемъ системы[2]) Коперника. По этой гипотезѣ солнце есть огромный покоющійся шаръ; неподвижныя звѣзды

---

[1]) греч. ὑπόθεσις (отъ ὑπο-τίθημι; ὑπό—подъ, τίθημι кладу) предположеніе.

[2]) греч. σύστη μα,ματος составъ, соединеніе отъ глагола συν-ίστημι составлять.

также пребываютъ въ покоѣ и притомъ удалены отъ земли на чрезмѣрно большія разстоянія. Вокругъ солнца движутся планеты по окружностямъ, которыхъ центры совпадаютъ съ центромъ солнца, и въ то же время вращаются около осей, проходящихъ чрезъ ихъ центры; первое движеніе планетъ называютъ *поступательнымъ*, второе — *вращательнымъ*.



Фиг. 13.

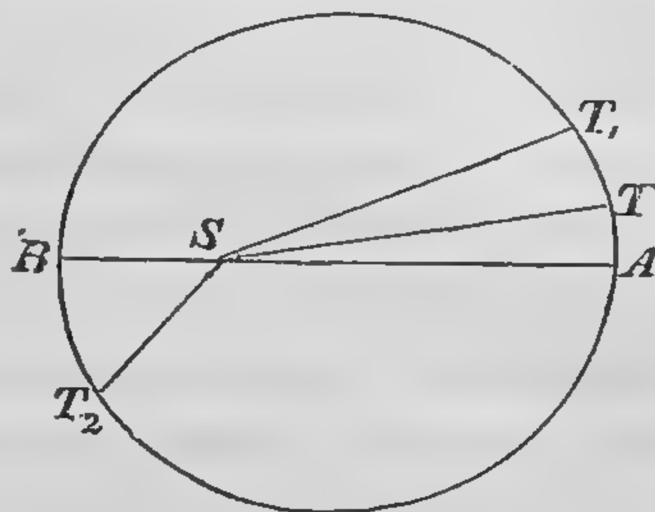
Планеты, подобно землѣ, шарообразны и расположены въ слѣдующемъ порядкѣ по мѣрѣ ихъ удаленія отъ солнца: Меркурій, Венера, Земля, Марсъ, Юпитеръ, Сатурнъ. Къ нимъ впослѣдствіи были присоединены: Уранъ, открытый Гершелемъ, Нептунъ—Леверрье и 400 малыхъ планетъ между Марсомъ и Юпитеромъ, называемыхъ *астероидами*. Меркурій отстоитъ отъ солнца на 57,5 милл. килом., Земля—на 148,7 милл., Нептунъ—4478 милл. На вышеозначенной 13 фигурѣ изображены солнце съ планетами, при чемъ соблюдены относительныя разстоянія. Планеты обозначены усвоенными имъ знаками. Пути Меркурія, Венеры, Земли и Марса показаны вполнѣ; для Юпитера, Сатурна и Урана — только части.

Около нѣкоторыхъ планетъ, какъ вокругъ центровъ, вращаются по окружностямъ *луны* или *спутники*. Такимъ образомъ, Земля имѣетъ одного спутника — луну, Марсъ — 3, Юпитеръ—7, Сатурнъ—9, Уранъ—4, Нептунъ—1. Путь планеты вокругъ солнца или спутника вокругъ его планеты называется *ор-*

битой[1]). Планеты и спутники движутся на своихъ орбитахъ по одному и тому же направленію (кромѣ спутниковъ Урана); плоскости орбитъ весьма мало наклонены другъ къ другу.

11. **Поступательное движеніе; законы Кеплера.** — Кеплеръ, знаменитый астрономъ XVII столѣтія, нашелъ слѣдующіе законы планетныхъ движеній:

1) *Планеты движутся* не по окружностямъ, какъ полагалъ Коперникъ, а *по эллипсамъ, въ одномъ изъ фокусовъ которыхъ находится солнце.* Ексцентриситеты эллипсовъ, впрочемъ, весьма малы, и, слѣдовательно, планетныя орбиты мало отличаются отъ окружностей. Фигура 14 изображаетъ солнце S и TT_1T_2 — орбиту планеты. Точка A, въ которой планета бываетъ при наибольшемъ удаленіи отъ солнца, называется *афеліемъ*[2]), B, гдѣ планета наиближе подходитъ къ солнцу,— *перигеліемъ*[3]).



Фиг. 14.

2) *Площадь, описанная радіусомъ векторомъ планеты, пропорціональна времени.* Пусть планета описала въ нѣкоторый промежутокъ времени дугу AT эллипса, а въ слѣдующій затѣмъ промежутокъ—дугу TT_1; тогда площадь сектора AST, должна быть во столько разъ менѣе площади сектора TST_1 во сколько разъ первый промежутокъ времени менѣе второго. Если бы эти промежутки были между собою равны то и площади секторовъ AST и TST_1 были бы также между собою равны.

Изъ этого закона выходитъ, что планета въ перигеліи B движется скорѣе, чѣмъ въ афеліи A. Въ самомъ дѣлѣ, если предположимъ, что дуги AT и BT_2 пройдены планетсю въ равныя времена, то площади AST и BST_2 будутъ также равны. Но такъ какъ BS менѣе AS, то необходимо, чтобы BT_2 было болѣе TA.

---

[1]) orbita (лат. отъ orbis кругъ) колея, путь.

[2]) ἀφ изъ ἀπό —далеко и ἥλιος—солнце.

[3]) περί—близъ; большая ось называется еще линіей апсидъ (греч. ἀψίς, ἴδος ободъ колеса, вооб. все круговое; глаголъ ἅπτω), потому что соединяетъ двѣ точки наибольшей кривизны.

3) *Квадраты временъ полныхъ обращеній планетъ пропорціональны кубамъ большихъ полуосей.* Пусть, для нѣкоторой планеты, A и T означаютъ соотвѣтственно большую полуось орбиты и время полнаго оборота, а a и t имѣютъ тѣ же значенія въ разсужденіи другой планеты. Тогда

$$\frac{T^2}{t^2}=\frac{A^3}{a^3} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (S).$$

Напр., для Земли и Меркурія отношеніе квадратовъ временъ полныхъ обращеній (365,25 и 88) и отношеніе кубовъ большихъ полуосей (148,7 и 57,5) равны каждое, приблизительно, 17.

Изъ этого закона выходитъ, что та изъ планетъ, которая ближе къ солнцу, движется по своей орбитѣ скорѣе.

Для доказательства замѣтимъ, что орбиту планеты безъ ощутительной погрѣшности можно считать окружностью, которая описана радіусомъ, равнымъ большой полуоси. Предполагая, кромѣ того, движеніе планеты равномѣрнымъ, легко опредѣлить ея скорость. Если радіусъ орбиты есть A, то длина окружности орбиты будетъ $2\pi A$; назвавъ чрезъ T время оборота, а чрезъ V — скорость, получимъ:

$$V=\frac{2\pi A}{T};$$

для другой планеты будемъ имѣть:

$$v=\frac{2\pi a}{t},$$

гдѣ v — скорость второй планеты по орбитѣ.

Раздѣливъ послѣднее равенство на предыдущіе, найдемъ:

$$\frac{v}{V}=\frac{T}{t}\cdot\frac{a}{A} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (T).$$

Изъ равенства (S) выходитъ:

$$\frac{T}{t}=\sqrt{\frac{A^3}{a^3}}=\frac{A}{a}\sqrt{\frac{A}{a}}.$$

Послѣ подстановки въ равенство (T), вмѣсто $\frac{T}{t}$, равной ему величины, найдемъ:

$$\frac{v}{V}=\sqrt{\frac{A}{a}}.$$

Если $A>a$, то $v>V$. Иными словами: *чѣмъ планета ближе къ солнцу, тѣмъ скорость ея движенія болѣе.* Наибольшая

скорость принадлежитъ Меркурію и именно равна 47,5 килом. въ секунду, скорость Земли—29,6 кил., Нептуна—5,3 кил. Чѣмъ далѣе планета отъ солнца, тѣмъ болѣе путь, ею описываемый, и тѣмъ менѣе ея скорость, а, слѣдовательно, тѣмъ болѣе время ея полнаго оборота вокругъ солнца. Меркурій, напр., совершаетъ свой оборотъ вокругъ солнца въ 88 сут., Земля въ 365,25 сут., Нептунъ въ 167 лѣтъ 286 сутокъ.

Законы Кеплера имѣютъ приложеніе къ движенію спутниковъ вокругъ планетъ; но сравненіе временъ полныхъ оборотовъ можно дѣлать только для спутниковъ одной и той же планеты.

Кромѣ планетъ и ихъ спутниковъ, по направленію къ солнцу движутся еще кометы.

Солнце вмѣстѣ съ планетами, спутниками и кометами составляетъ *солнечную систему*.

Законы Ньютона. Ньютонъ, знаменитый англійскій ученый 17-го столѣтія, въ своихъ наблюденіяхъ надъ нашею солнечною системою и звѣздными мірами, пришелъ къ такому заключенію, что всѣ звѣздные міры, управляются законами тяготѣнія или притяженія, что это притяженіе, прямо пропорціонально массамъ тѣлъ и обратно пропорціонально квадратамъ разстоянія. Солнце постоянно притягиваетъ къ себѣ планетный міръ, а потому и планеты наши имѣютъ орбиты движенія вогнутыя къ солнцу, а не выпуклыя къ нему.

Теорія Ньютона находится въ прямомъ противорѣчіи съ законами физики и Кеплера.

Если одну половину орбитнаго движенія какой либо планеты мы объяснимъ физическими условіями солнечнаго притяженія, то другая ея половина какъ движеніе, противоположное первому, должна принадлежать какой либо другой силѣ, а уже не солнцу, а такъ какъ этой другой силы въ небесномъ пространствѣ мы не видимъ, то стало быть она основана на вымыслѣ, а не на фактическомъ изслѣдованіи.

Ньютонъ говоритъ, что притяженіе прямо пропорціонально массамъ тѣлъ. На этомъ основаніи, около нашего солнца, должны быть сконцентрированы самыя большія планеты: Юпитеръ, Сатурнъ, а потомъ уже въ арифметической прогрессіи наименьшія, а такъ какъ въ природѣ планетныхъ расположеній это не подтверждается, то и этотъ выводъ Ньютона не основателенъ.

Ньютонъ говоритъ, что притяженіе обратно пропорціонально массамъ тѣлъ. На основаніи этого вывода, за предѣлами Юпитера, могутъ находиться только звѣзды большихъ противъ него размѣровъ, а не меньшихъ, а между тѣмъ, мы видимъ, что Сатурнъ, Уранъ и Нептунъ, планеты меньше Юпитера.

Наконецъ законы Ньютона находятся въ противорѣчіи и съ законами Кеплера.

Кеплеръ фактически доказываетъ, что орбитныя движенія планетъ элипсоидны; стало быть солнечное притяженіе то убываетъ, то прибываетъ, Ньютонъ же такого положенія вещей ничѣмъ не доказываетъ, а потому и общіе выводы движенія нашей солнечной системы на основаніи законовъ притяженія крайне проблематичны и очень мало доказательны.

Законы теоріи міроваго разума. Теорія мірового разума, за всѣми звѣздными мірами, движущимися на своихъ осяхъ, признаетъ: органическую жизнь и зарожденіе, равно и разумность отношеній между собою. Она говоритъ, что всѣ сношенія свѣтилъ между собою, основаны на взаимопомощи и обмѣнѣ матеріи. Солнце, какъ планета горѣнія, нуждается въ кислородѣ; этотъ кислородъ оно получаетъ отъ окружающихъ его планетныхъ міровъ, находящихся въ холодномъ состояніи. Въ свою очередь планеты получаютъ отъ солнца лучистую теплоту, необходимую для поддержанія на нихъ растительнаго царства, какъ міровой лабораторіи кислороднаго выдѣленія.

Лучистая теплота нашего солнца, по выводамъ ученыхъ: Бухмана, Ценгера, Фарродея и Полуя, есть сила толкательная, т. е. давящая на планеты, а не притягивающая ихъ къ солнцу, вслѣдствіе чего, онѣ и бѣгутъ по своимъ орбитамъ въ то же время вертясь и на своихъ осяхъ, дабы сматывать съ себя въ сторону солнца кислородныя массы. Эти кислородныя массы летя по направленію къ солнцу, производятъ и на послѣднее тоже давленіе, почему и солнце въ свою очередь тоже вертится на своей оси, дабы всѣми частями своего тѣла, посылать въ планетный міръ лучистую теплоту.

Выведенная Кеплеромъ элипсоидность движенія планетныхъ міровъ, есть только кажущаяся, происходящая отъ слѣдующихъ причинъ: а) планеты при своемъ движеніи раскачиваются, обращаясь въ сторону солнца то сѣвернымъ, то южнымъ полюсомъ

въ предѣлахъ своей эклиптики. б) Солнце вертясь около своей оси, тоже получаетъ орбитное движеніе равномѣрное по времени планетѣ Венерѣ, т. е. круговоротъ его совершается въ $7^1/_2$ мѣсяцевъ, а такъ какъ всѣ вычисленія разстояній планетъ въ перигеліи и афеліи производятся относительно солнца, то отсюда естественно и проистекаетъ ошибка въ этихъ вычисленіяхъ, принимаемая за элипсоидность движеній и только одна Венера, сохраняетъ правильную круговую орбиту; такое равномѣрное положеніе Венеры къ солнцу, вѣроятно и вызываетъ въ ней, послѣ Юпитера, наибольшее свѣтовое проявленіе между планетами.

Теорія мірового разума, опровергая теорію тяготѣнія Ньютона, указываетъ еще и на то обстоятельство, что чѣмъ дальше отстоитъ планета отъ солнца, тѣмъ медленнѣе ея движеніе, тогда какъ при увеличеніи разстоянія, сила солнечнаго притяженія уменьшается и стало быть пробѣгъ планеты долженъ ускоряться.

Уменьшеніе скорости движенія отдаленныхъ планетъ, только и можетъ быть понятнымъ, если за солнечными лучами, мы признаемъ силу давящую, толкательную, а не притягивающую; въ этомъ случаѣ, чѣмъ отдаленнѣе солнце отъ планеты, тѣмъ меньше и сила давленія его на послѣднюю.

Доказательство обмѣна веществъ между солнцемъ и планетами.

1) Какъ было сказано выше, солнце горитъ. Горѣніе безъ кислорода немыслимо. Кислородъ есть продуктъ растеній; растенія на солнцѣ существовать не могутъ, онѣ существуютъ только на планетахъ. Растенія безъ солнечнаго и электрическаго свѣта существовать тоже не могутъ; стало быть связь солнца съ планетами и обратно—очевидна.

2) Зодіакальный свѣтъ, есть свѣтъ отраженнаго солнца. Отъ чего же получается это отраженіе? Небесное пространство, какъ безпредѣльность, отразить ничего не можетъ; выдуманный господами астрономами міровой эфиръ, есть вещество не вещественное, а четвертое математическое измѣреніе; стало быть отразить солнечныхъ лучей тоже не можетъ; космическихъ веществъ при этомъ отраженіи мы тоже никакихъ не видимъ; стало быть этимъ отраженіемъ, мы обязаны параболическому теченію кислородоводородныхъ массъ, какой либо идущей впереди нашей земли пла-

неты. Отраженіе только и можетъ произойти отъ выпуклой стороны параболы, такъ какъ въ противномъ случаѣ, мы бы видѣли его ежедневно при безоблачныхъ закатахъ или всходѣ солнца, смотря по временамъ года.

3) Сѣверное сіяніе, состоящее изъ огромнаго потока кислородоводородныхъ массъ соприкасающихся съ верхними частями нашей атмосферы, послѣ осенняго равноденствія, т. е. когда сѣверный полюсъ отклоненъ отъ солнца. Какъ сѣверное, такъ и южное сіянія, идутъ всегда въ страну закатывающагося солнца.

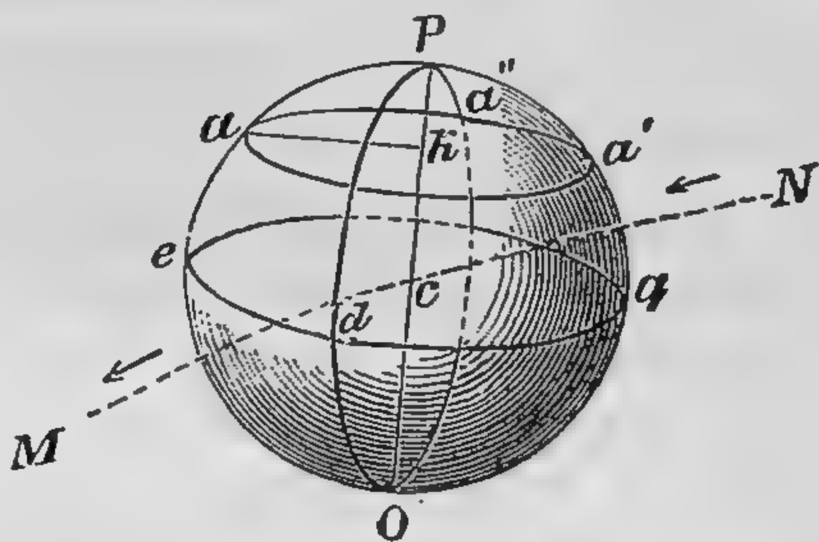
4) Скала Деларю, заключающаяся въ томъ, что по изслѣдованіямъ Швабе, Вольфа, Деларю, Лумиза и другихъ, наибольшее количество солнечныхъ пятенъ сѣверныхъ сіяній и уклоненій магнитной стрѣлки, соотвѣтствуетъ годичному періоду планеты Юпитера и съ чрезвычайною точностью повторяется черезъ $11^1/_2$ лѣтъ нашего земного движенія.

Юпитеръ, какъ сильнѣйшая планета, вырабатываетъ болѣе другихъ и кислородоводорода. Въ свою очередь, двигаясь по орбитѣ, она натыкается на одинъ изъ наибольшихъ потоковъ уранолитовъ. Захватывая эти уранолиты своимъ водороднымъ теченіемъ, она бросаетъ ихъ на поверхность солнца и образовываетъ такимъ образомъ наибольшее количество солнечныхъ пятенъ. Пятна нуждаются въ сгораемости, а стало быть въ наибольшемъ притокѣ кислорода, вслѣдствіе чего планеты и заботятся объ усиленномъ его выдѣленіи. Водородокислородъ, соприкасаясь во время своего движенія, съ верхнею частью атмосферы, производитъ объ нее треніе; во время тренія, часть кислорода сгорая образуетъ атмосферное сіяніе и въ тоже время развиваетъ въ томъ же направленіи надъ землею магнитическіе токи, которые идутъ на этотъ разъ, почти въ перпендикулярномъ направленіи магнитной стрѣлкѣ, т. е. указателю магнитнаго земного тока, получая удары отъ вновь образовавшагося тока сіянія, магнитная стрѣлка не только уклоняется въ сторону своего первичнаго направленія, но даже во время сіянія вертится на своемъ шпилѣ или постаментѣ, какъ мельница.

Эти обстоятельства подтверждены продолжительными наблюденіями, начиная съ 1825 года вплоть по 1868 годъ и указываютъ на несомнѣнные періоды наибольшаго обмѣна матеріи между солнцемъ и планетами.

12. **Вращательное движеніе земли, круги широтъ, экваторъ, меридіаны.** По системѣ Коперника земля, кромѣ поступательнаго движенія, имѣетъ еще вращательное около оси, проходящей чрезъ ея центръ и опредѣленные точки поверхности и сохраняющей въ то же время неизмѣнное направленіе въ пространствѣ. Пусть *epqo* (фиг. 15) изображаетъ земной шаръ; *pco*—его ось; точки *p* и *o*, взаимное пересѣченіе оси съ земною поверхностью, называются *географическими полюсами* земли. Всѣ точки земного шара вращаются около оси *pco;* въ этомъ движеніи не участвуютъ только полюсы и вообще точки, лежащія на самой оси. При поступательномъ движеніи земного шара ось земли оставаясь постоянно себѣ параллельною, бываетъ наклонена къ плоскости орбиты подъ угломъ 66°32′. На фигурѣ 15-й *MN* представляетъ часть орбиты земного шара.

Опустимъ изъ какой ни есть точки *a* поверхности земли перпендикуляръ *ak* на ось *po*. При общемъ вращеніи, линія *ak* описываетъ плоскость *aa′a″*, перпендикулярную къ *po*, потому что, какъ извѣстно изъ стереометріи, перпендикуляры, возставленные въ какой-нибудь точкѣ прямой линіи, лежатъ на плоскости, перпендикулярной къ этой линіи.



Фиг. 15.

Такъ какъ перпендикуляръ *ak* при суточномъ вращеніи не измѣняетъ своей величины, то конецъ *a* перпендикуляра *ak* описываетъ окружность *aa′a″*, который центръ есть точка *k*, основаніе перпендикуляра; окружность *aa′a″* всѣми своими точками лежитъ на поверхности шара, потому что во все время движенія точка *a* всегда одинакова удалена отъ центра *c*.

Окружность *aa′a″* называется *географическою параллелью*, или *параллелью широты*, а кругъ *aa′a″*—*кругомъ широты*. Всѣ точки *a*, *a′*, *a″* географической параллели одинаково удалены отъ полюса *p*, потому что наклонныя, равноудаленныя отъ основанія перпендикуляра къ плоскости, между собою равны; отсюда, обратно, всѣ точки *a*, *a′*, *a″* поверхности земли, равно удаленныя отъ полюса *p*, описываютъ одну и ту же географи-

ческую параллель; плоскости, въ которыхъ лежатъ географическія параллели, перпендикулярны земной оси.

Круговъ широтъ можно вообразить безчисленное множество; они тѣмъ меньше, чѣмъ точка земной поверхности ближе къ полюсу. Самый большой изъ нихъ будетъ кругъ *eq*, проходящій чрезъ центръ земного шара; онъ называется *земнымъ экваторомъ* [1]). Итакъ, земной экваторъ есть большой кругъ земного шара, перпендикулярный оси земли.

Экваторъ разсѣкаетъ землю на два равныя полушарія: то полушаріе *epq*, въ которомъ находится Европа, называется *сѣвернымъ*, а другое *eoq*—*южнымъ*. Въ сѣверномъ полушаріи находится сѣверный географическій полюсъ *p;* противоположный ему *o* называется южнымъ географическимъ полюсомъ.

Такъ какъ ось земли наклонена къ орбитѣ подъ угломъ $66^0 32'$, то уголъ, образованный экваторомъ и плоскостью орбиты, равенъ дополненію $66^0 32'$ до 90^0, то есть $23^0 28'$.

Большой кругъ *pqoe* или *pa''od* земного шара, проведенный чрезъ полюсы земли, называется *географическимъ* или *земнымъ меридіаномъ* [2]). Такихъ круговъ можно вообразить безчисленное множество; всѣ они дѣлятся пополамъ осью земного шара. Меридіанъ, проведенный чрезъ-какую либо точку земной поверхности, называется *меридіаномъ даннаго мѣста;* ту половину его *pao*, на которой лежитъ данная точка *a*, будемъ называть *полумеридіаномъ даннаго мѣста.*

Меридіанъ дѣлитъ земную поверхность на двѣ половины: восточную и западную. Если наблюдатель обратится лицомъ къ сѣверному полюсу земли, то направо отъ него будетъ восточное полушаріе, налѣво западное.

Такъ какъ меридіанъ проходитъ чрезъ центры круговъ широты, то каждый меридіанъ дѣлитъ круги широты и географическія параллели пополамъ.

13. **Доказательства вращенія земли вокругъ оси.**

1. Отклоненіе падающихъ тѣлъ къ востоку.
2. Отклоненіе артиллерійскихъ снарядовъ. Въ сѣверномъ по-

---

[1]) aequator, отъ лат. aequare, дѣлающій равнымъ.

[2]) отъ лат. meridies, (merus чистый и dies день) полдень.

лушаріи они всегда уклоняются направо, въ южномъ полушаріи налѣво.

3. Маятникъ Фуко.
4. Сжатіе земли у полюсовъ.
5. Пассатные вѣтры.
6. Движеніе вѣтра въ циклонахъ.
7. Законъ смѣны вѣтровъ.

14. **Доказательства движенія земли вокругъ солнца.**

1. Видъ звѣзднаго неба измѣняется въ теченіе года.
2. Солнце проходитъ черезъ меридіанъ ежедневно 1 минутою позже; склоненіе его и прямое восхожденіе ежедневно измѣняются.
3. Годичный параллаксъ звѣздъ.
4. Аберрація свѣта.
5. Число падающихъ звѣздъ больше послѣ полуночи, чѣмъ до полуночи.

15. **Направленіе движеній вращательнаго и поступательнаго.**— Чтобы съ ясностью представить себѣ въ совокупности оба движенія земли; вообразимъ наблюдателя на сѣверномъ географическомъ полюсѣ, и пусть ниже глаза его, въ горизонтальномъ положеніи, лежатъ часы, обращенные циферблатомъ вверхъ; такому наблюдателю вращеніе земли представилось бы противоположнымъ движенію стрѣлокъ часовъ, т. е. *справа налѣво.* Такое движеніе называется *прямымъ.* Для наблюдателя, находящагося при тѣхъ же условіяхъ на южномъ полюсѣ, вращеніе земли совершалось бы въ ту же сторону, какъ и движеніе стрѣлки часовъ, т. е. *слѣва направо.* Такое движеніе называется *обратнымъ.*

Вообразимъ линію, перпендикулярную къ орбитѣ земли и проходящую чрезъ центръ солнца. Если глазъ наблюдателя помѣщенъ на этой линіи по ту сторону орбиты, гдѣ находится сѣверный географическій полюсъ, то для него поступательное движеніе земли вокругъ солнца будетъ совершаться въ ту же сторону, какъ и вращеніе земли, т. е. въ сторону, противоположную движенію стрѣлки часовъ. Стрѣлки на фигурѣ 15 представляютъ направленіе поступательнаго движенія.

Движеніе прочихъ планетъ происходитъ подобнымъ же обра-

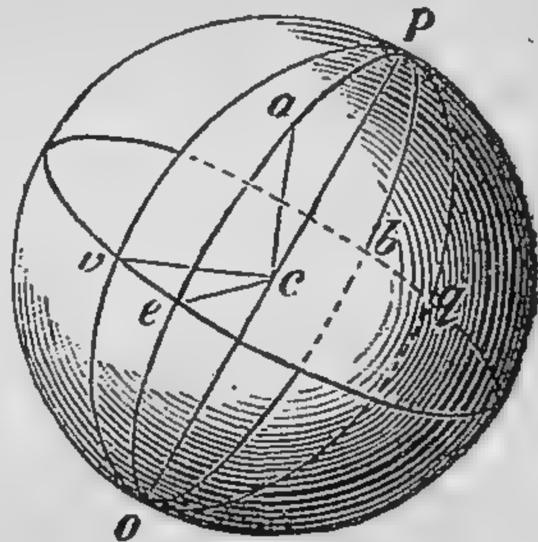
зомъ; разница заключается только во времени оборота около оси, въ наклоненіи оси и экватора планеты къ орбитѣ.

Чтобы познакомиться съ этими двумя движеніями одновременно, достаточно наблюдать движеніе луны въ теченіе двухъ или трехъ часовъ. Луна, подобно звѣздамъ, движется въ обратномъ направленіи, т. е. съ востока на западъ, но уже черезъ нѣсколько часовъ мы замѣтимъ, что въ то же самое время она подошла къ болѣе восточнымъ звѣздамъ. Она слѣдовательно двигалась и въ прямомъ направленіи, съ запада на востокъ, противъ общаго суточнаго движенія небеснаго свода.

Кромѣ двухъ изложенныхъ направленій, существуетъ еще третье, основанное на одновременномъ движеніи всей солнечной системы впередъ, противъ общаго міроваго теченія. Это движеніе доказывается тѣмъ, что не смотря на быстрое перемѣщеніе всѣхъ звѣздныхъ міровъ съ одного мѣста на другое, всѣ они другъ къ другу остаются въ одномъ и томъ же положеніи во всѣ историческіе вѣка, стало быть и наша солнечная система имѣетъ въ своемъ движеніи впередъ, одно общее направленіе со всѣми остальными мірами или звѣздами; звѣзды эти, въ силу своей неизмѣняемости положенія, пріобрѣли въ астрономіи названіе неподвижныхъ звѣздъ.

16. **О Географическихъ широтахъ и долготахъ.** — Положеніе разныхъ точекъ на земной поверхности опредѣляется двумя величинами: *широтою и долготою.* Широта точки *a* (фиг. 16) есть острый уголъ *ace*, составленный двумя линіями: отвѣсною линіею *ca*, соединяющею центръ *c* земли съ данною точкой *a*, и *ce*— пересѣченіемъ земного экватора съ полумеридіаномъ *pao* даннаго мѣста; или: географическая широта точки *a* есть дуга *ae* полумеридіана между этою точкой и экваторомъ. Долгота точки *a* есть уголъ *ecv*, составленный пересѣченіями, *ce* и *cv*, плоскости экватора съ полумеридіаномъ *pao* даннаго мѣста и полумеридіаномъ *povo*, который называется *первымъ*; или, что все равно, дуга *ve* экватора, заключенная между тѣми же полумеридіанами: иначе, географическая долгота есть двухгранный уголъ, образованный полумеридіанами даннаго мѣста и первымъ. За первый принимаютъ полумеридіанъ, проходящій чрезъ какую либо замѣчательную астрономическую обсерваторію; такимъ образомъ, есть меридіаны или, правильнѣе, полумеридіаны: парижскій, грин-

вичскій и проч. Прежде считали первымъ меридіанъ, проходящій чрезъ островъ Ферро, такъ какъ это былъ крайній западный пунктъ извѣстныхъ земель. Широта считается отъ экватора къ полюсамъ и измѣняется отъ 0^0 до 90^0. Для всѣхъ точекъ сѣвернаго полушарія широта называется сѣверною, для южнаго—южною. Если первую будемъ считать положительною, то вторую надо принимать за отрицательную. Чѣмъ ближе къ экватору лежитъ точка земной поверхности, тѣмъ широта ея менѣе; такъ широта Москвы 55^0 $45'$, Севастополя 44^0 $37'$; гоеографическая широта точекъ, лежащихъ на окружности земного экватора, равна нулю. Долгота отсчитывается по экватору отъ перваго меридіана на востокъ отъ 0^0 до 360^0, но иногда и наоборотъ, то есть, отъ перваго меридіана на западъ; въ первомъ случаѣ, долгота называется восточною, во второмъ—западною. Одна широта опредѣляетъ только географическую параллель, другими словами: одна и та же широта принадлежитъ безчисленному *множеству* точекъ, расположенныхъ на одной и той же географической параллели. Одинаковую долготу имѣютъ всѣ точки земной поверхности, лежащія на одномъ и томъ же полумеридіанѣ *pao* или *pbo*. Взаимное пересѣченіе полумеридіана съ параллелью широты опредѣляетъ точку земной поверхности. Такимъ образомъ, чтобы обозначить географическое положеніе мѣста, надо знать географическую параллель и полумеридіанъ, на которыхъ это мѣсто лежитъ; иначе сказать—широту и долготу.



Фиг. 16.

Всякій кругъ есть часть плоскости, ограниченная окружностью. Точно также и географическіе меридіаны представляютъ части плоскостей, проведенныхъ черезъ земную ось. Эти плоскости, вслѣдствіе вращательнаго движенія земли на оси, проходятъ, одна за другою, чрезъ солнце и при томъ же каждая 2 раза въ сутки. Моментъ прохожденія полумеридіана[1]) даннаго мѣста черезъ центръ солнца называется *полднемъ* этого мѣста;

[1]) Точнѣе: той стороны плоскости, на которой лежитъ полумеридіанъ даннаго мѣста.

такой же моментъ для другой половины того же меридіана — *полночью*. Промежутокъ времени между двумя послѣдовательными полуднями называется сутками. Изъ двухъ географическихъ полумеридіановъ *pvo* и *peo* (фиг. 16) полдень наступаетъ ранѣе для того меридіана *peo*, который лежитъ восточнѣе: на другомъ полумеридіанѣ *pvo*, въ то же мгновеніе — еще дополуденное время. а полдень наступитъ позднѣе. Такъ какъ въ общежитіи время считаютъ по солнцу, т. е. по положенію его въ отношеніи горизонта, то, въ одно и то же мгновеніе, на разныхъ меридіанахъ долженъ быть разный счетъ времени, а на одномъ и томъ же полумеридіанѣ — никакой разницы. По истеченіи сутокъ или 24 часовъ, каждый полумеридіанъ возвращается въ прежнее положеніе относительно солнца и, слѣдовательно, совершаетъ полный оборотъ; значитъ въ 1 часъ повертывается науголъ $\frac{360^0}{24}$ или 15^0. Отсюда выходитъ: если меридіанъ *peo* отстоитъ отъ меридіана *pvo* на 15^0 къ востоку, то на немъ счетъ времени впереди противъ меридіана *pvo* на 1 часъ. Разности долготъ въ 30^0 соотвѣтствуютъ 2 часа разности въ счетѣ времени; 45^0—3 часа и т. д.; 1^0—4 мин., $1'$—4 секунд. Если, напримѣръ, въ Петербургѣ считаютъ 10 часовъ утра, то въ то же мгновеніе въ Нью-Іоркѣ будетъ 3 часа 43 м. утра, въ Парижѣ 8 ч. 8 м. утра, въ Москвѣ 10 ч. 29 м. утра, въ Казани 11 ч. 15 м. утра, въ Охотскѣ 5 ч. 32 м. пополудни. Время, считаемое по какому либо меридіану, называется *мѣстнымъ временемъ*.

Представимъ себѣ наблюдателя, движущагося по одной изъ географическихъ параллелей съ В. на З. Отъѣхавъ на 15^0 по долготѣ, онъ найдетъ, что часы его впереди на 1 часъ противъ мѣстнаго времени. Переведя стрѣлку своихъ часовъ назадъ на одинъ часъ, пусть воображаемый нами наблюдатель отправляется далѣе и постоянно повѣряетъ часы по меридіанамъ тѣхъ мѣстъ, чрезъ которыя проѣзжаетъ. Такой наблюдатель измѣряетъ время промежутками большими, чѣмъ солнечныя сутки, и, объѣхавъ кругомъ землю, насчитываетъ 24 часами менѣе; если онъ считаетъ напримѣръ, въ день своего возвращенія 1-ое августа, то на самомъ цѣлѣ будетъ 2-ое августа. Путешественникъ, направляющійся съ З. на В., считаетъ по возвращеніи однимъ днемъ болѣе. Эти явленія дѣйствительно, наблюдаются при кругосвѣтныхъ плаваніяхъ.

Чему равна широта экватора?—Чему равны широта и долгота полюса?—Восточная долгота нѣкоторой точки равна $253^0 48'$; чему равна западная долгота того же мѣста?—Долгота Москвы по меридіану Ферро есть $55^0 14'$; чему равна долгота того же мѣста по парижскому меридіану, зная, что Парижъ лежитъ на 20^0 восточнѣе Ферро? — Восточная долгота Вашингтона по феррскому меридіану $300^0 38'$; чему равна западная долгота того же мѣста по пулковскому меридіану, зная, что Пулково восточнѣе Ферро на $47^0 59'$? — Опредѣлить мѣстное время въ Москвѣ, Казани и Ревелѣ, когда въ Петербургѣ полдень, зная, что восточная долгота Петербурга $44^0 58'$, Москвы $55^0 14'$, Казани $66^0 47'$ и Ревеля $42^0 27'$.—Допуская величину земного радіуса въ 6000 килом., опредѣлить, на какомъ разстояніи отъ нѣкоторой горы будетъ видна ея вершина, если высота горы равна 7 килом.?

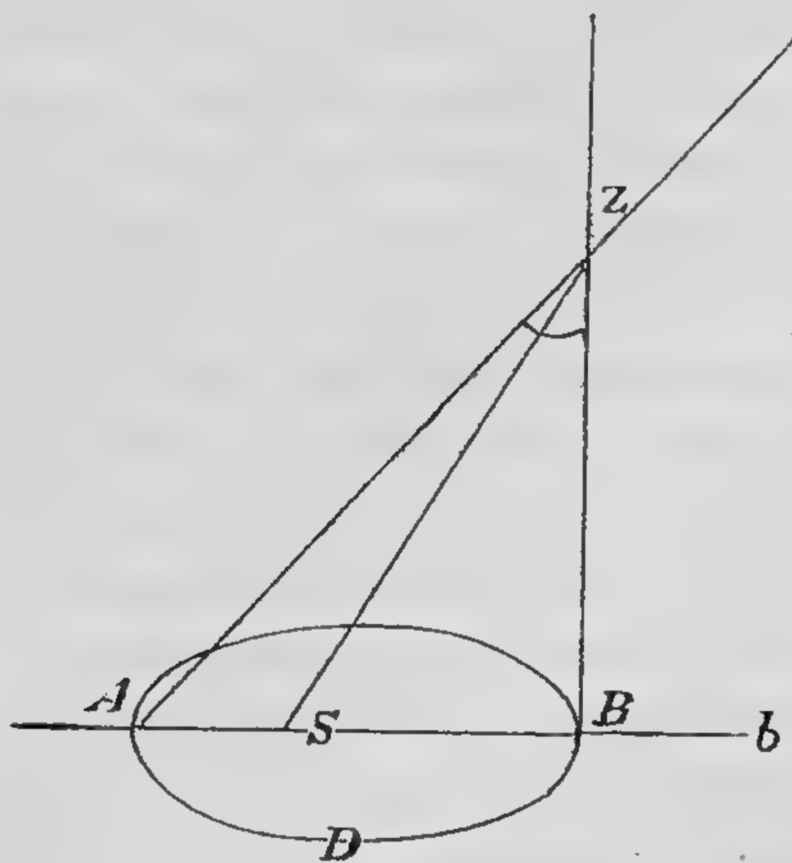
III.

17. **Отдаленность звѣздъ и годичный параллаксъ.**— Если мы перемѣщаемся вблизи лѣса, то замѣчаемъ, что нѣкоторыя деревья, повидимому, сближаются, иныя раздвигаются, покрываютъ другъ друга и вообще измѣняютъ свое относительное положеніе чѣмъ лѣсъ отъ насъ дальше, тѣмъ менѣе замѣтно измѣненіе въ расположеніи деревьевъ. Относительное положеніе звѣздъ, въ какой бы точкѣ земной поверхности мы не были, остается одно и то же; отсюда слѣдуетъ вывести заключеніе, что звѣзды отъ насъ чрезвычайно удалены. Разстояніе звѣзды, планеты опредѣляется въ Астрономіи такъ же, какъ въ Геодезіи разстояніе недоступнаго предмета.

Выбираютъ нѣкоторую линію и измѣряютъ ее какъ можно точнѣе. Эта линія называется базисомъ (греч. βάσις—основаніе). Потомъ измѣряютъ углы, образованные базисомъ съ линіями зрѣнія, идущими къ неприступному предмету. Для звѣздъ за базисъ берется діаметръ земной орбиты, для солнца, луны и планетъ—земной радіусъ.

Пусть (фиг. 17) Z звѣзда, A и B положенія земли, отдѣленныя одно отъ другого промежуткомъ въ шесть мѣсяцевъ, въ орбитѣ, которую она описываетъ вокругъ солнца S. ZA и ZB лучи зрѣнія на звѣзду. Рѣшеніе треугольника AZB дастъ стороны AZ, BZ, или ZS. Но звѣзды настолько удалены отъ насъ, что

линіи AZ и BZ, проведенныя изъ концовъ базиса въ 298 милліоновъ километровъ, почти параллельны для всякой звѣзды.



Фиг. 17.

Уголъ AZB[1]), равный разности угловъ при базисѣ ZBb и ZAB, т. е. разности направленій на звѣзду, происходящей вслѣдствіе перемѣщенія наблюдателя отъ A къ B, называется *параллаксомъ* (греч. παράλλαξις—перемѣна). *Годичнымъ параллаксомъ звѣздъ называется уголъ, подъ которымъ видѣнъ со звѣзды Z радіусъ земной орбиты, перпендикулярный къ прямой ZS, идущей отъ звѣзды къ солнцу.*

Изъ прямоугольнаго при S треугольника AZ получимъ тогда:

$$AZ = \frac{AS}{\sin AZS}$$

Наблюденія звѣзды Z, сдѣланныя черезъ шесть мѣсяцевъ въ A и B, даютъ уголъ AZB или удвоенный годичный параллаксъ.

Наибольшій параллаксъ имѣетъ звѣзда α Центавра, именно 0″,72; слѣдовательно ея разстояніе отъ земли будетъ $\frac{AS}{\sin 0'',72}$ или $286000 \times AS$, т. е., ближайшая къ намъ звѣзда почти въ 300000 разъ дальше отъ насъ, чѣмъ солнце. Въ настоящее время хорошо извѣстны параллаксы 20 звѣздъ.

Разстояніе звѣздъ часто выражается во времени, въ которое свѣтъ доходитъ къ намъ отъ звѣзды. Извѣстно изъ физики, что свѣтъ проходитъ въ 500 секундъ разстояніе, равное радіусу земной орбиты; слѣд., онъ дойдетъ до насъ отъ α Центавра въ 286000×500 секундъ или $4^1/_2$ года, отъ Сиріуса въ 9 лѣтъ.

Годичный параллаксъ представляетъ очевидное доказательство перемѣщенія земли въ пространствѣ. Дѣйствительно, если бы земля оставалась въ одномъ и томъ же мѣстѣ пространства,

[1]) Уголъ ZBb, какъ внѣшній уголъ $\triangle AZB$, равенъ суммѣ двухъ внутреннихъ угловъ AZB и ZAB.

какъ звѣзды, то мы не наблюдали бы измѣненія направленія или параллакса въ лучѣ зрѣнія, проведенномъ въ какой-нибудь звѣздѣ.

По причинѣ чрезвычайнаго удаленія звѣздъ, онѣ представляются блестящими точками даже въ самые сильные телескопы. Хотя планеты для невооруженнаго глаза также кажутся точками, но разсматриваемыя съ помощію зрительныхъ трубъ, имѣютъ видъ свѣтлыхъ круговъ болѣе или менѣе значительнаго діаметра. Уголъ, составленный двумя прямыми линіями, идущими изъ глаза наблюдателя: одной касательной къ поверхности свѣтила, другой къ центру его, называется *угловымъ радіусомъ;* двойная величина угловаго радіуса—*угловымъ діаметромъ.*

Если бы наблюдатель могъ перенестись на планету Юпитеръ, то какіе параллаксы звѣздъ онъ нашелъ бы тамъ; болѣе или менѣе чѣмъ на землѣ?—Какіе параллаксы оказались бы на Меркуріѣ?

18. **Небесная сфера.**—Вообразимъ наблюдателя внѣ земли въ какой-нибудь точкѣ пространства; вслѣдствіе извѣстнаго свойства глаза [1] относить предметы къ одному разстоянію, если они удалены отъ насъ далѣе нѣкотораго предѣла, такому наблюдателю должно показаться, что онъ находится въ центрѣ огромнаго шара, по поверхности котораго расположены свѣтила. Условимся называть эту шаровую поверхность *небесною сферой.* Если глазъ наблюдателя переходитъ съ одной точки пространства въ другую, то расположеніе свѣтилъ по небесной сферѣ вообще должно измѣниться. Но, при перемѣщеніи глаза въ предѣлахъ земной орбиты, эти измѣненія, по причинѣ громаднаго удаленія неподвижныхъ звѣздъ отъ солнечной системы, будутъ ничтожны. Отсюда ясно, что на какой бы точкѣ земной поверхности глазъ ни находился, мѣста звѣздъ на небесной сферѣ остаются одни и тѣ же.

Солнце, луна, планеты и кометы, сравнительно съ неподвижными звѣздами, удалены отъ земли незначительно; поэтому, наблюдатель, при переходѣ съ одной точки орбиты земли въ другую и даже по поверхности земного шара, будетъ видѣть эти свѣтила противъ различныхъ неподвижныхъ звѣздъ, на разныхъ мѣстахъ небесной сферы.

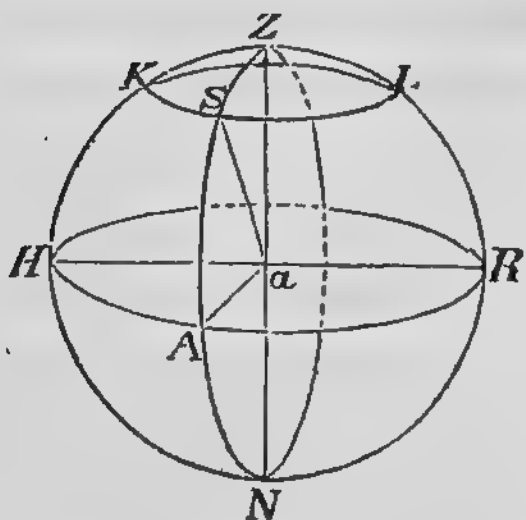
При такомъ опредѣленіи небесной сферы, мы допускаемъ,

что всѣ звѣзды абсолютно неподвижны, и годичные ихъ параллаксы равны нулю. Ни то, ни другое не справедливо вполнѣ. Въ теченіе вѣковъ замѣчаются небольшія измѣненія въ расположеніи звѣздъ; годичные параллаксы имѣютъ нѣкоторыя величины, хотя и крайне малыя. Чтобы дать совершенно точное опредѣленіе небесной сферы, представимъ себѣ наблюдателя въ какомъ угодно мѣстѣ пространства, напр., на земной поверхности. Проведемъ изъ глаза его прямую линію къ какой-нибудь звѣздѣ. Вообразимъ шаръ произольнаго радіуса и котораго центръ находится въ какой-нибудь точкѣ. Изъ центра проведемъ прямую линію параллельную той, которую мы провели изъ глаза наблюдателя; пересѣченіе ея съ воображаемою шаровою поверхностью дастъ точку, соотвѣтствующую звѣздѣ, видимой наблюдателемъ. Проведемъ еще изъ центра шара другія прямыя линіи, также параллельныя тѣмъ линіямъ, по направленію которыхъ наблюдатель видитъ тѣ и другія звѣзды; на шаровой поверхности обозначатся мѣста этихъ звѣздъ. Небесною сферой называется шаровая поверхность произвольнаго радіуса, на которой, по указанному способу, обозначено положеніе свѣтилъ.

Небесный глобусъ [1]) есть грубое подобіе небесной сферы.

Примѣчаніе. Не должно смѣшивать небесную сферу съ небеснымъ сводомъ, который, какъ извѣстно не есть шаровая поверхность.

19. **Высота и азимутъ.** — Положеніе свѣтилъ на небесной сферѣ въ отношеніи горизонта опредѣляется *зенитнымъ разстояніемъ* и *азимутомъ*. Зенитное разстояніе есть уголъ ZaS (фиг. 18), составленный двумя линіями, проведенными изъ глаза наблюдателя: aZ отвѣсною и aS — къ свѣтилу. Этотъ уголъ на небесной сферѣ измѣряется дугою ZS вертикальнаго круга ZSN, а потому можно сказать, что зенитное разстояніе свѣтила есть дуга SZ вертикальнаго круга небесной сферы, заключенная между свѣтиломъ и зенитомъ. Зенитное разстояніе можетъ измѣняться отъ 0^0 до 90^0; въ первомъ случаѣ свѣтило находится въ зенитѣ, во второмъ — на горизонтѣ.



Фиг. 18.

[1]) Лат. globus шаръ.

Азимутъ [1]) есть уголъ HaA, составленный линіями: aA и aH—пересѣченіями горизонта съ вертикальнымъ кругомъ ZSN, проходящимъ чрезъ свѣтило S, и небеснымъ меридіаномъ $HZRN$,—считая отъ точки юга; при этомъ пересѣченіи Aa надо брать въ той половинѣ ZSN вертикальнаго круга (раздѣляемаго пополамъ вертикальною линіею ZN), въ которой находится свѣтило S. Но уголъ HAa измѣряется на небесной сферѣ дугою HA; поэтому азимутъ можно разсматривать, какъ дугу горизонта, заключенную между точкой юга и вертикальнымъ кругомъ свѣтила. Азимутъ измѣняется отъ 0^0 до 180^0, считая отъ юга къ востоку или къ западу по дугѣ горизонта. Въ первомъ случаѣ азимутъ называется восточнымъ, во второмъ—западнымъ. Какъ скоро даны зенитное разстояніе и азимутъ, положеніе свѣтила надъ горизонтомъ вполнѣ опредѣлится. Пусть, напр., зенитное разстояніе ровно 40^0, азимутъ восточный 70^0. Откладываемъ по какому либо вертикальному кругу, напр., по меридіану, дугу $ZK=40^0$ и проводимъ чрезъ точку K плоскость, параллельную горизонту; она пересѣчетъ небесную сферу по окружности KSL. Откладываемъ на востокъ отъ точки юга H дугу HA, равную 70^0, а чрезъ точку A проводимъ вертикальный кругъ; пересѣченіе той половины его, въ которой находится точка A, съ окружностью KSL въ S обозначитъ мѣсто звѣзды.

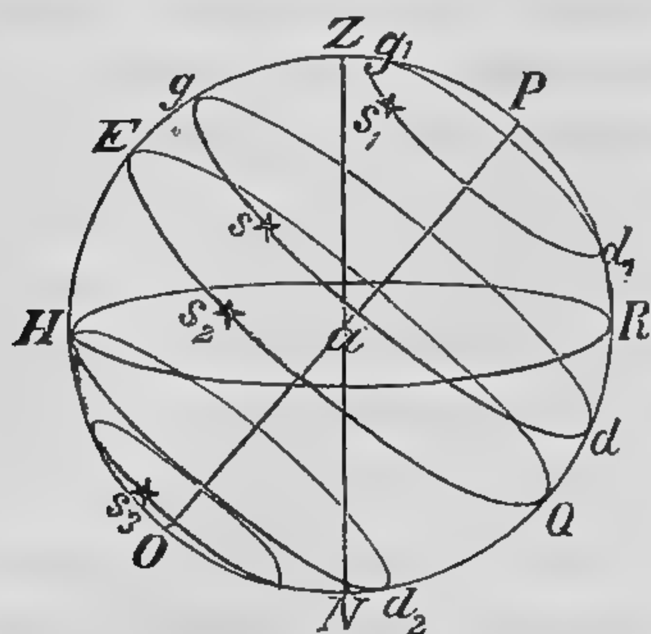
Вмѣсто зенитнаго разстоянія часто употребляютъ другую величину, именно высоту, которая вмѣстѣ съ азимутомъ также опредѣляетъ положеніе свѣтилъ на небесной сферѣ; высота свѣтила есть острый уголъ SaA, составленный линіею Sa, проведенною изъ глаза наблюдателя къ звѣздѣ S, и Aa—пересѣченіемъ вертикала звѣзды съ плоскостью горизонта или, что все равно, дуга SA вертикала звѣзды, заключенная между этою звѣздой и горизонтомъ. Высота считается отъ горизонта, отъ 0^0 до 90^0 — Высота SA и зенитное разстояніе SZ составляютъ 90^0; слѣдовательно, зная одну изъ этихъ величинъ, находимъ другую чрезъ вычитаніе данной изъ прямого угла.

Вслѣдствіе вращательнаго движенія земного шара горизонтъ наблюдателя измѣняетъ свое положеніе въ отношеніи свѣтилъ;

---

[1]) Арабское as—sumût (as—samt) страна.

но какъ наблюдатель не замѣчаетъ собственнаго движенія, то ему кажется, что свѣтилы перемѣщаются относительно горизонта HR (фиг. 19); они появляются на восточной сторонѣ, постепенно подымаются, при чемъ высоты ихъ увеличиваются, а зенитныя разстоянія уменьшаются. Достигнувъ своей наибольшей высоты, свѣтила опускаются, приближаясь къ западной сторонѣ горизонта, при чемъ высоты уменьшаются, а зенитныя разстоянія увеличиваются, и наконецъ исчезаютъ подъ горизонтъ.



Фиг. 19.

Высота и зенитное разстояніе, которыя имѣетъ свѣтило во время прохожденія чрезъ меридіанъ, называются *меридіональными*. Меридіональныя высоты и зенитныя разстоянія для разныхъ свѣтилъ различныя и зависятъ отъ положенія свѣтилъ на небесной сферѣ. Такъ, меридіональное зенитное разстояніе EZ для звѣзды s_2 болѣе, чѣмъ gZ для звѣзды s. Всѣ свѣтила бываютъ два раза въ сутки на меридіанѣ мѣста, но нѣкоторыя изъ нихъ оба прохожденія чрезъ меридіанъ совершаютъ въ видимой части сферы (звѣзда s_1); иныя имѣютъ одно прохожденіе въ видимой, другое въ невидимой части сферы (звѣзда s) и, наконецъ, третьи въ оба прохожденія бываютъ подъ горизонтомъ (s_3). Прохожденіе свѣтила чрезъ меридіанъ называется *кульминаціею*; [1]) одна изъ нихъ называется верхнею кульминаціею,—другая нижнею. Верхняя кульминація бываетъ въ той половинѣ PZO меридіана, въ которой находится зенитъ Z, а нижняя—въ той половинѣ PNO, гдѣ находится надиръ N.

Наименьшее зенитное разстояніе заходящаго свѣтила и, слѣдовательно, наибольшая высота бываютъ во время верхней кульминаціи.

Для доказательства представимъ себѣ земной шаръ *apo* (фиг. 20) и одинъ изъ земныхъ меридіановъ *pao*, въ плоскости котораго находится звѣзда S. Наблюдатель a увидитъ эту звѣзду

---

[1]) Отъ лат. Culmen. inis вершина.

по направленію, параллельному линіи Sc, соединяющей центры звѣзды и земли c. Зенитное разстояніе звѣзды будетъ уголъ ScZ, составленный линіею Sc и отвѣсною линіею Zac, проведенною чрезъ мѣсто наблюденія a. Вслѣдствіе вращенія земли около оси, наблюдатель перейдетъ, спустя нѣсколько времени, въ другую точку a_1 суточной земной параллели; вмѣстѣ съ тѣмъ, отвѣсная линія приметъ положеніе Z_1a_1c, звѣзда S отступитъ отъ меридіана наблюдателя, а зенитное разстояніе ея будетъ ScZ_1. Требуется доказать, что

Фиг. 20.

$$\angle ScZ < \angle ScZ_1.$$

Для этого замѣтимъ, что линія cS, Z_1c и ось міра cP можно разсматривать, какъ ребра трехграннаго угла cSZ_1P, въ которомъ одинъ изъ плоскихъ угловъ менѣе суммы двухъ другихъ, т. е.

$$\angle PcS < \angle PcZ_1 + \angle ScZ_1,$$

откуда

$$\angle PcS - \angle PcZ_1 < \angle ScZ_1.$$

Уголъ, образованный отвѣсною линіею ca съ осью земли Ppo при вращеніи земли, не измѣняется; слѣдовательно

$$\angle PcZ_1 = \angle PcZ.$$

Вслѣдствіе этого, предъидущее равенство принимаетъ видъ:

$$\angle PcS - \angle PcZ < \angle ScZ_1,$$

откуда

$$\angle ScZ < \angle ScZ_1,$$

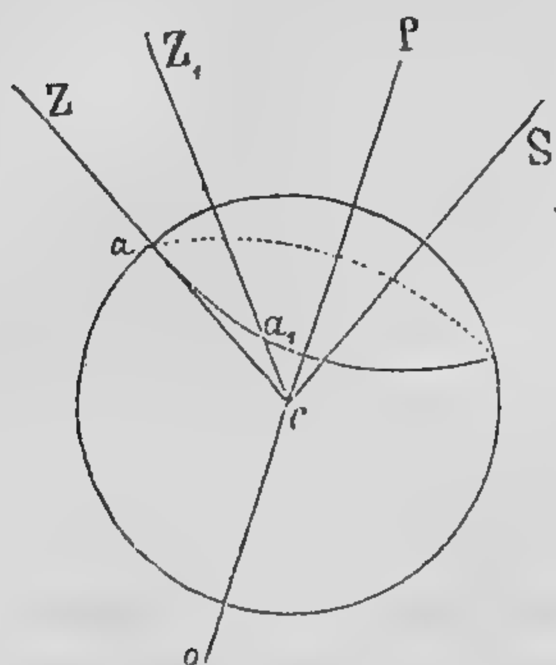
что и надлежало доказать.

Здѣсь разсмотрѣнъ только тотъ случай, когда во время верхней кульминаціи зенитъ лежитъ между свѣтиломъ и полюсомъ. Впрочемъ, тотъ же ходъ доказательства, съ небольшими измѣненіями, примѣняется для свѣтила, когда оно помѣщается между полюсомъ и зенитомъ.

Незаходящая звѣзда s_1 (фиг. 19) два раза въ сутки бываетъ

на меридіанѣ въ видимой части неба. Во время верхняго прохожденія чрезъ меридіанъ, зенитное разстояніе Zg_1, бываетъ самое малое, во время нижняго, зенитное разстояніе Zd_1,— самое большое.

Первое было выше доказано; чтобы доказать второе, т. е., что зенитное разстояніе во время нижней кульминаціи—самое большое, вообразимъ земной шаръ (фиг. 21). Пусть звѣзда S находится въ меридіанѣ мѣста a. Проведя отвѣсную линію Zac, получимъ зенитное разстояніе свѣтила ScZ, во время нижней его кульминаціи. Когда наблюдатель вслѣдствіе вращенія земли около оси перейдетъ изъ a въ другую точку a_1 географической параллели, зенитное разстояніе того же свѣтила будетъ $\angle ScZ_1$. Надо доказать, что $\angle ScZ > \angle ScZ_1$. Изъ трехграннаго угла $cSPZ$ находимъ:



Фиг. 21.

$$\angle PcS + \angle PcZ > \angle ScZ_1.$$

Но такъ какъ

$$\angle PcZ_1 = \angle Pc,Z \text{ то}$$
$$\angle PcS + \angle PcZ > \angle ScZ_1,$$

откуда

$$\angle ScZ > \angle ScZ_1,$$

что и слѣд. док.

Вмѣстѣ съ зенитными разстояніями, измѣняются азимуты звѣздъ. Во время верхней кульминаціи, азимутъ звѣзды O, а въ нижней—180^0.

20. **Наклонная сфера.** Для различныхъ мѣстъ земного шара, горизонтъ мѣста имѣетъ разное положеніе относительно суточныхъ параллелей звѣздъ. Поэтому, различаютъ три сферы: наклонную, параллельную и прямую.

Для наблюдателя, находящагося между полюсомъ и экваторомъ, звѣзды будутъ двигаться по кругамъ, наклоннымъ къ горизонту. Въ наклонной сферѣ (фиг. 19) горизонтъ пересѣкаетъ суточныя параллели подъ острымъ угломъ, величина котораго зависитъ отъ угла PaR, составляемаго осью міра съ меридіональною линіею. Острый уголъ PaR, или измѣряющая его дуга PR меридіана отъ полюса до горизонта, называется *высотою*

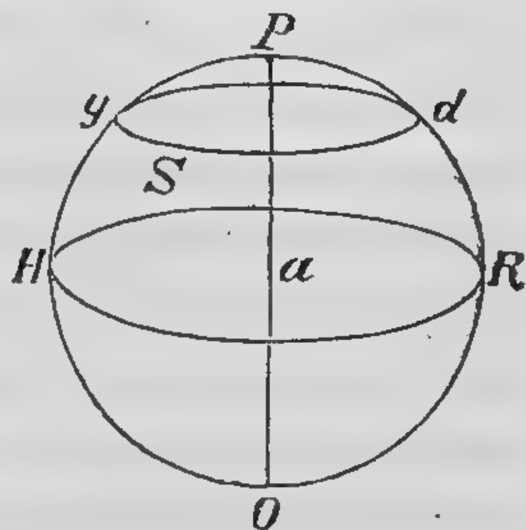
полюса, а дуга ZP—*зенитнымъ разстояніемъ полюса.* Острый двугранный уголъ, составленный экваторомъ EQ и горизонтомъ, или измѣряющая его дуга EH, называется *высотою экватора*, а дуга ZE—*зенитнымъ разстояніемъ экватора.* Изъ разсмотрѣнія фигуры 19 выходитъ: $\smile HE + \smile EZP + \smile PR = 180^0$; но какъ $\smile EZP = 90^0$, то $\smile HE + \smile PR = 90^0$, то есть *высота полюса и высота экватора служатъ другъ другу дополненіемъ до 90⁰*.

Такъ какъ плоскости суточныхъ параллелей свѣтилъ параллельны экватору то уголъ, составляемый ими съ горизонтомъ, есть также дополненіе высоты полюса до 90^0. Этотъ уголъ возрастаетъ съ уменьшеніемъ высоты полюса.

Дуги EZ и PR служатъ дополненіемъ одной и той же дуги ZP до 90^0; слѣдовательно, $\smile EZ = \smile PR$, т. е. *зенитное разстояніе экватора равно высотѣ полюса.*

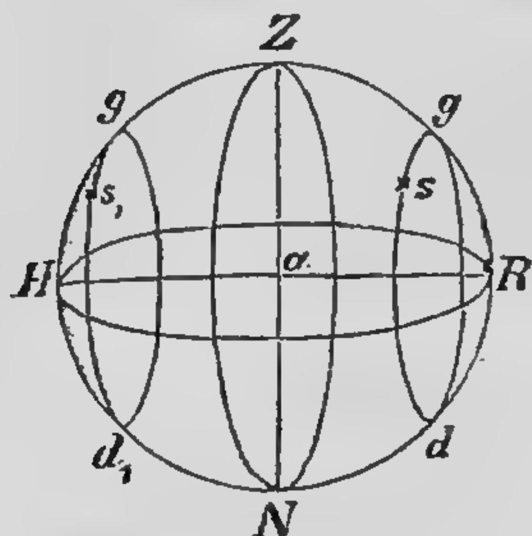
Широта мѣста представляетъ наклоненіе отвѣсной линіи географическому или земному экватору, а зенитное разстояніе небеснаго экватора—наклоненіе той линіи къ небесному экватору; но какъ оба экватора—географическій и небесный—другъ другу параллельны, то, слѣдовательно, широта мѣста равна зенитному разстоянію экватора; послѣднее въ свою очередь равно высотѣ полюса; поэтому *широта мѣста равна высотѣ полюса.*

21. **Параллельная сфера.**—Пусть наблюдатель (фиг. 22) находится на сѣверномъ географическомъ полюсѣ земли. Горизонтъ HR будетъ перпендикуляренъ къ оси міра PO; небесный экваторъ совпадаетъ съ горизонтомъ, а ось міра—съ отвѣсною линіею. Небесный меридіанъ мѣста не будетъ имѣть опредѣленнаго положенія, потому что ось міра и отвѣсная линія совпадутъ, а чрезъ одну линію можно провести безчисленное множество плоскостей. Наблюдателю, вслѣдствіе вращенія горизонта HR около вертикальной линіи, будетъ казаться, что небесная сфера вращается около той же линіи по направленію стрѣлокъ часовъ. Каждое свѣтило S представится движущимся по суточной параллели gd, которой плоскость параллельна горизонту. Здѣсь не будетъ,



Фиг. 22.

слѣдовательно, заходящихъ и восходящихъ свѣтилъ; всѣ видимыя свѣтила описываютъ полные пути надъ горизонтомъ, но за то, въ продолженіи сутокъ, видима только половина небесной сферы, именно сѣверная.



Фиг. 23.

Такое же движеніе небесной сферы представляется на южномъ географическомъ полюсѣ земли, съ тою только разницею, что кажущееся движеніе небесныхъ тѣлъ совершается въ сторону, противоположную движенію стрѣлки часовъ.

Прямая сфера.—Вообразимъ наблюдателя на одной изъ точекъ а (фиг. 23) земного экватора. Ось міра совпадетъ съ горизонтомъ *HR*; экваторъ *ZN* и суточныя параллели gd и g_1d_1 будутъ вертикальныя плоскости. Такъ какъ горизонтъ проходитъ чрезъ ихъ центры, то суточныя параллели дѣлятся горизонтомъ пополамъ. Слѣдовательно, звѣзды описываютъ половины путей своихъ надъ горизонтомъ, и въ продолженіе сутокъ всѣ звѣзды перебываютъ въ видимой части небесной сферы.

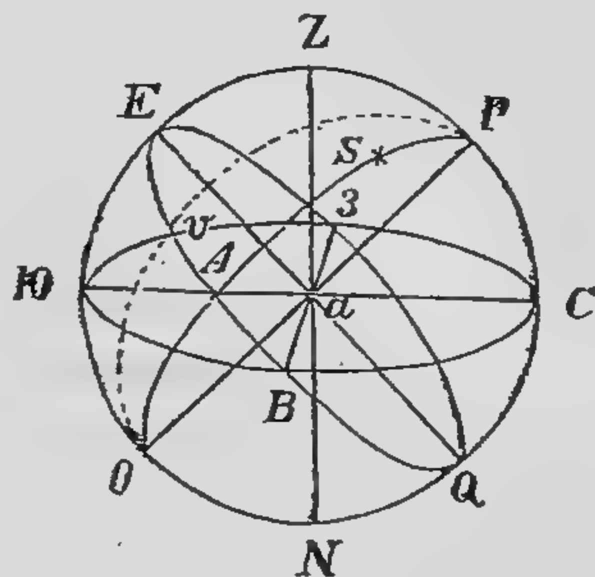
Чему равны высота и зенитное разстояніе зенита? точки горизонта? Какъ великъ азимутъ точки востока? запада? *ЮВ? ССЗ? ЗЮЗ?* полюса міра? зенита?

22. **Склоненіе, прямое восхожденіе и часовой уголъ.**—Высота и азимутъ, а слѣдовательно, положеніе свѣтилъ въ отношеніи горизонта, непрерывно измѣняются, такъ что для каждой звѣзды въ разныя мгновенія эти величины, т. е. высота и азимутъ, бываютъ различны. Положеніе свѣтилъ въ отношеніи небесной сферы болѣе постоянно, и для неподвижныхъ звѣздъ, въ короткій промежутокъ времени, напр. нѣсколькихъ сутокъ, измѣняется неощутительно. За постоянныя плоскости принимаютъ въ этомъ случаѣ экваторъ и большой кругъ, проходящій чрезъ полюсы міра и *точку весенняго равноденствія*; такъ называется точка экватора, въ которой солнце бываетъ 9-го марта [1]).

---

[1]) Точка весенняго равноденствія есть точка пересѣченія экватора съ эклиптикой, чрезъ которую солнце проходитъ, вступая изъ южнаго полушарія въ сѣверное.

Положеніе свѣтилъ въ отношеніи небесной сферы (фиг. 24) опредѣляется *склоненіемъ* и *прямымъ восхожденіемъ.* Склоненіе есть дуга SA большого круга PSO, проведеннаго черезъ свѣтило S и полюсы міра, заключенная между свѣтиломъ и небеснымъ экваторомъ EQ; оно считается отъ экватора къ полюсамъ P и O, отъ 0^0 до 90^0, и можетъ быть сѣверное и южное. Кругъ FSO, по которому отсчитываютъ склоненія свѣтилъ, называютъ *кругомъ склоненія* или *часовымъ кругомъ.* Прямое восхожденіе есть дуга vA небеснаго экватора EQ, заключенная между точкою весенняго равноденствія v и кругомъ склоненія звѣзды S, или, что все равно, двугранный уголъ, составленный кругомъ склоненія PSO свѣтила S и кругомъ PvO, проходящимъ чрезъ точку v весенняго равноденствія.



Фиг. 24.

Прямое восхожденіе считается отъ точки весенняго равноденствія на востокъ отъ 0^0 до 360^0 [1]).

Вмѣсто прямого восхожденія можно взять *часовой уголъ.* Это уголъ при полюсѣ между меридіаномъ и часовымъ кругомъ свѣтила. Часовые углы считаются по экватору къ западу отъ южной части меридіана. Часовой уголъ непрерывно измѣняется въ теченіе сутокъ; онъ равенъ нулю, когда свѣтило на меридіанѣ, одному часу или 15^0, когда свѣтило отошло на 15^0 отъ меридіана.

Часовой уголъ точки весенняго равноденствія называется звѣзднымъ временемъ; звѣздный полдень наступаетъ въ тотъ моментъ, когда точка весенняго равноденствія на меридіанѣ. Часовой уголъ солнца называется истиннымъ солнечнымъ временемъ. Между звѣзднымъ временемъ s, прямымъ восхожденіемъ a и часовымъ угломъ свѣтила t существуетъ основная

связь: $S = e + t$,

что ясно изъ фигуры 24, потому что

$$E3QBAv = vA + E3QBA.$$

---

[1]) Т. е., противъ видимаго суточнаго движенія небеснаго свода,

Круги склоненія и небесные меридіаны, имѣя нѣкоторое сходство, существенно отличаются другъ отъ друга. Круги склоненія, участвуя въ кажущемся суточномъ движеніи небеснаго свода, на самомъ дѣлѣ неподвижны. Небесные меридіаны, напротивъ, находятся въ движеніи, и каждый меридіанъ ежесуточно проходитъ чрезъ всѣ круги склоненія.

Чему равно склоненіе и прямое восхожденіе полюса міра? — Какъ велико склоненіе точки, лежащей на экваторѣ?—Остаются ли постоянными высота и азимутъ точки весенняго равноденствія?—Остаются ли постоянными склоненіе и прямое восхожденіе зенита?—какой-нибудь звѣзды?

23. **Меридіональная высота.**—Меридіональная высота свѣтила весьма просто выражается посредствомъ его склоненія и высоты экватора (или широты мѣста). Если склоненіе свѣтила g (фиг. 25) сѣверное и находится къ югу отъ зенита Z во время верхней кульминаціи, то $gH = EH + gE$, т. е. меридіональная высота равна высотѣ экватора (или дополненію широты мѣста до 90°), сложенной съ склоненіемъ звѣзды.—Если склоненіе свѣтила g_1—южное, то $g_1H = EH - g_1E$, то есть меридіональная высота равна высотѣ экватора (или дополненію широты до 90°) безъ склоненія звѣзды.—Не трудно также убѣдиться, что меридіональная высота, если свѣтило, во время верхней кульминаціи, находится къ сѣверу отъ зенита, равна широтѣ мѣста, увеличенной дополненіемъ склоненія свѣтила до 90°; меридіональная высота незаходящей звѣзды во время нижней кульминаціи равна широтѣ мѣста, уменьшенной дополненіемъ склоненія до 90°.

Фиг. 25.

Для неподвижной звѣзды, которой склоненіе не измѣняется, меридіональная высота въ какомъ-либо мѣстѣ земной поверхности есть величина постоянная, но для другихъ свѣтилъ, у которыхъ, какъ напримѣръ, у солнца, склоненіе бываетъ въ различные дни разное, меридіональная высота измѣняется.

24. **Сутки.** — Промежутокъ времени между двумя послѣдовательными кульминаціями—верхними или нижними—одной и той же звѣзды называется *звѣздными сутками.* Звѣздныя сутки

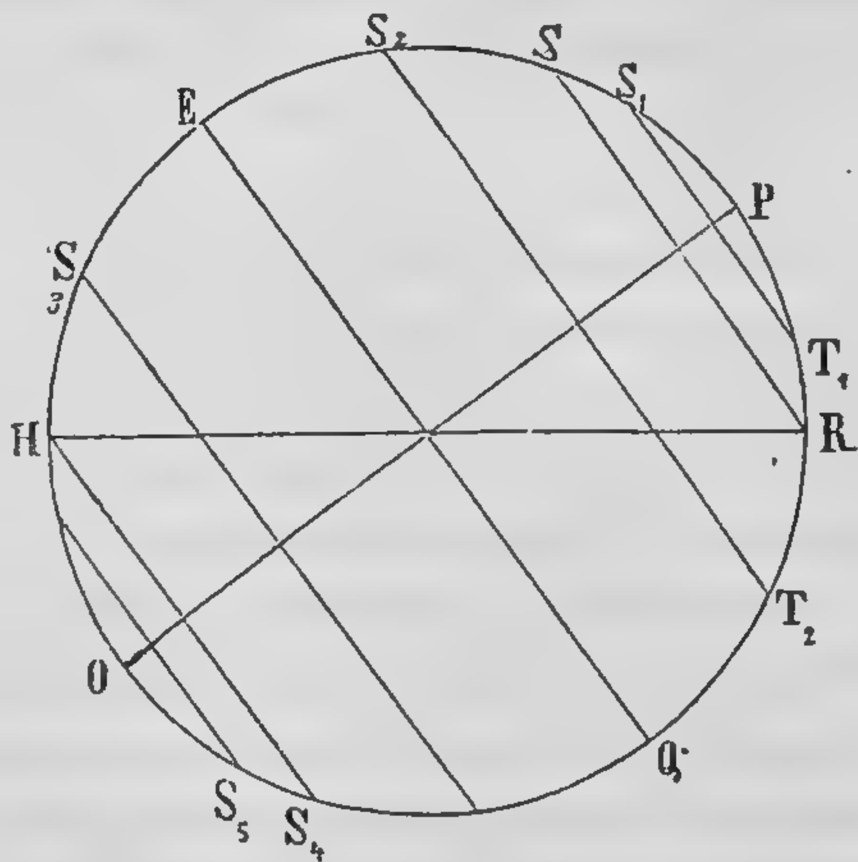
раздѣляются на 24 часа, часъ — на 60 минутъ [1]), минута — на 60 секундъ.

Время, протекающее между двумя послѣдовательными полднями, или верхними кульминаціями солнца, называется *солнечными сутками*; подобно звѣзднымъ, онѣ раздѣляются на 24 часа, часъ—на 60 минутъ, минута—на 60 секундъ. Въ звѣздныхъ суткахъ 86400 зв. секундъ.

Солнечныя сутки болѣе звѣздныхъ почти на 4 минуты [2]).

Начало солнечныхъ сутокъ считаютъ съ полночи, т. е. съ момента нижней кульминаціи солнца. Начало звѣздныхъ—съ момента верхней кульминаціи точки весенняго равноденствія.

То, что до сихъ поръ говорилось, относится исключительно къ области нашей земли, что касается другихъ планетъ нашей солнечной системы, то тамъ очевидно время суточнаго періода, будетъ равняться времени кругового вращенія каждой изъ нихъ около своей оси; такимъ образомъ время вращенія Марса и Венеры приближается почти къ нашимъ суткамъ; время вращенія Меркурія 44 часа 5 минутъ, даетъ суточное движеніе почти вдвое больше, чѣмъ на землѣ, а на Юпитерѣ 9 часовъ 55 минутъ и Сатурнѣ 10 часовъ 15 минутъ, сутки будутъ почти въ $2^1/_2$ раза короче нашихъ.



Фиг. 26.

Зная склоненіе свѣтила и широту мѣста, можно сказать, будетъ ли это свѣтило незаходящимъ или невосходящимъ надъ горизонтомъ даннаго мѣста, или же восходящимъ и заходящимъ.

Пусть *PRON* (фиг. 26)—небесный меридіанъ даннаго мѣста, *HR*—горизонтъ, *EQ*—небесный экваторъ, P—сѣверный полюсъ міра.

---

[1]) Minuta отъ лат. prima minuta pars—первая уменьшенная часть; секунда отъ лат. sicunda (minuta pars) вторая уменьшенная часть.

[2]) Причина этого объяснена ниже.

Вообразимъ незаходящую звѣзду S сѣвернаго полушарія, которая во время нижней кульминаціи касается горизонта въ точкѣ R. Для такой звѣзды, $ES=RQ=90^0-PR$, т. е. сѣверное склоненіе равно дополненію широты мѣста до 90^0. Если звѣзда S_1 весь свой путь S_1T_1 совершаетъ надъ горизонтомъ, то склоненіе ея, S_1E болѣе SE или, что все равно, болѣе RQ дополненія широты до 90^0.

Итакъ, *если мѣсто наблюденія находится въ сѣверномъ географическомъ полушаріи, то склоненіе незаходящей звѣзды должно быть также сѣверное и не менѣе (равно или болѣе) дополненія широты мѣста до 90^0.*

Склоненіе S_2E звѣзды S_2 сѣвернаго полушарія, описывающей свой путь S_2T_2 частію надъ горизонтомъ, частію подъ горизонтомъ менѣе ES. Склоненіе S_3E заходящей звѣзды S_3 южнаго полушарія менѣе высоты EH экватора. Итакъ, *для сѣвернаго географическаго полушарія, склоненія заходящихъ звѣздъ менѣе дополненія широты мѣста до 90^0.*

Звѣзда S_5 никогда не бываетъ надъ горизонтомъ HR., а звѣзда S_4 можетъ коснуться только горизонта въ точкѣ H. Не трудно видѣть, что *для сѣвернаго географическаго полушарія, склоненія невосходящихъ звѣздъ—южныя и не менѣе дополненія широты до 90^0.*

Весьма легко тѣ же три правила измѣнить для южнаго географическаго полушарія.

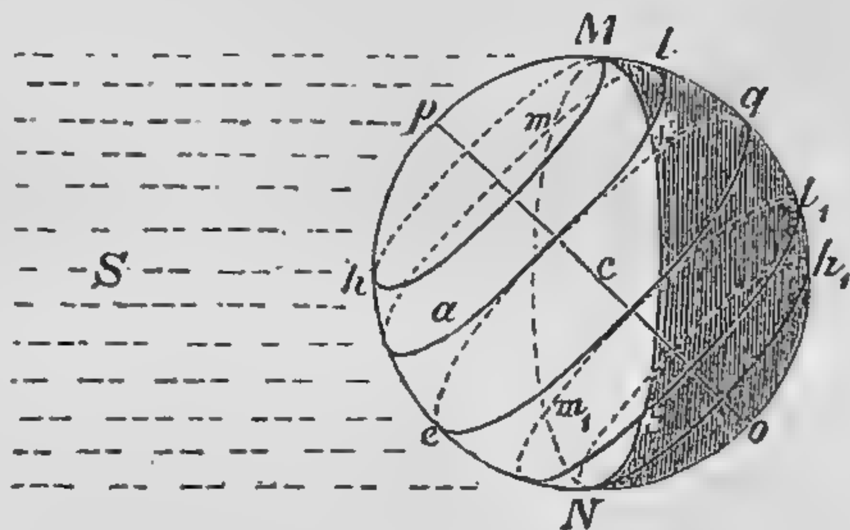
Отъ склоненія звѣзды зависитъ время пребыванія и длина какъ всего пути, такъ и частей, описываемыхъ ею надъ горизонтомъ и подъ горизонтомъ.

Окружности горизонта и экватора дѣлятся пополамъ. Поэтому. звѣзда, которой склоненіе равно нулю, двигаясь по окружности экватора, описываетъ половину пути надъ горизонтомъ и половину подъ горизонтомъ. Такъ какъ движеніе небесной сферы равномѣрно, то половину звѣздныхъ сутокъ звѣзда пребываетъ надъ горизонтомъ.

Изъ фигуры 26 легко усмотрѣть: чѣмъ больше сѣверное склоненіе заходящаго свѣтила, тѣмъ короче суточная параллель, тѣмъ болѣе время пребыванія надъ горизонтомъ и тѣмъ длиннѣе часть пути, описываемая ею, въ отношеніи другов части, скрытой горизонтомъ; чѣмъ болѣе южное склоненіе звѣзды,

тѣмъ короче суточная параллель, тѣмъ короче часть пути, описываемая и ею, тѣмъ менѣе время пребыванія надъ горизонтомъ.

Точки восхода и захода зависятъ отъ склоненія свѣтилъ. Звѣзда, движущаяся по экватору, восходитъ въ точкѣ востока и заходитъ въ точкѣ запада. Для всѣхъ заходящихъ звѣздъ сѣвернаго полушарія, точки восхода лежатъ между *В* и *С*, а точки захода между *З* и *С*. Чѣмъ болѣе склоненіе, тѣмъ ближе къ *С* лежатъ точки восхода и захода; если склоненіе звѣзды равно дополненію широты мѣста до 90°, то точки ея восхода и захода сливаются въ *С*. Точки восхода и захода звѣздъ южнаго полушарія лежатъ: первая—между *В* и *Ю*, вторая—между *З* и *Ю*, и тѣмъ ближе къ *Ю*, чѣмъ болѣе склоненіе. Эти точки совпадаютъ съ *Ю*, когда южное склоненіе звѣзды равно дополненію широты мѣста до 90°.

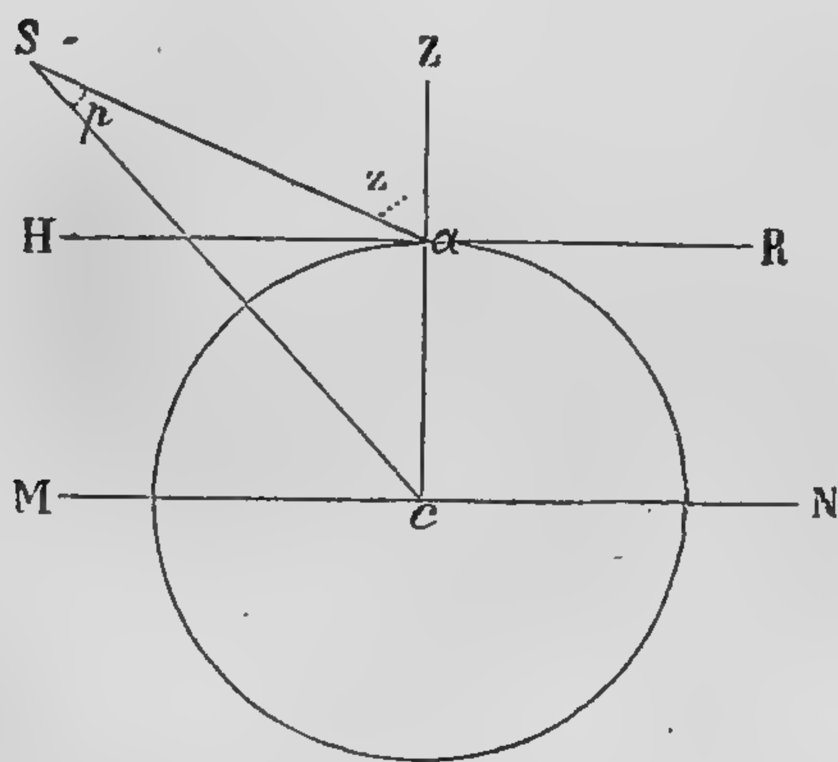


Фиг. 27.

Всѣ эти явленія объясняются непосредственно вращеніемъ земли около оси. Для примѣра разсмотримъ нѣкоторыя изъ нихъ. Пусть отъ какой-либо звѣзды падаютъ лучи *S* (фиг. 27) на земной шаръ. По причинѣ отдаленности звѣздъ, можно допустить, что лучи эти между собою параллельны. Проведемъ плоскость *MN* чрезъ центръ *c* земли, перпендикулярно къ направленію лучей *S*; такая плоскость называется *свѣтораздѣльною*. Она дѣлитъ земной шаръ на двѣ половины *MheN* и Mgh_1N; во все время, пока наблюдатель *a*, двигаясь по географической параллели *aklm*, остается въ той ея части *kam*, которая обращена къ лучамъ *S*, звѣзда будетъ видна; при движеніи наблюдателя въ другой части *klm*, звѣзда находится подъ горизонтомъ. Такъ какъ часть *kam* географической параллели болѣе части *klm*, то время пребыванія звѣзды надъ горизонтомъ болѣе того времени, въ продолженіе котораго она находится подъ горизонтомъ. Для географической параллели $m_1k_1l_1$ явленіе будетъ обратное, т. е.

звѣзда большій промежутокъ времени бываетъ въ невидимой части неба, чѣмъ въ видимой. Для точекъ земной поверхности, лежащихъ между полюсомъ p и параллелью Mh, звѣзда будетъ незаходящимъ свѣтиломъ, а для точекъ между другимъ полюсомъ o и параллелью Nh_1—невосходящимъ, потому что первыя точки описываютъ весь путь свой, при вращеніи земли, въ лучахъ звѣзды, а вторыя—на противоположной сторонѣ свѣтораздѣльной плоскости.

Истинный и видимый горизонты; суточный параллаксъ.—Проведемъ черезъ какую-нибудь точку a (фиг. 28) поверхности земного шара касательную плоскость HR; послѣдняя будетъ горизонтомъ точки a. Вообразимъ еще плоскость MN, параллельную первой и проходящую чрезъ центръ c земного шара. Плоскость MN называется *истиннымъ* горизонтомъ, а плоскость HR—*видимымъ*. Представимъ себѣ двухъ наблюдателей: одного въ точкѣ c, на истинномъ горизонтѣ, а другого въ точкѣ a—на видимомъ. Положеніе свѣтила S, въ отношеніи обоихъ горизонтовъ, будетъ различно: для наблюдателя a зенитное разстояніе свѣтила S будетъ $\angle ZaS$, а для наблюдателя c — $\angle ZcS$; первое называется видимымъ зенитнымъ разстояніемъ, второе—истиннымъ. Не трудно видѣть изъ фигуры, что истинное зенитное разстояніе менѣе видимаго на уголъ aSc. Уголъ aSc, образованный двумя прямыми линіями, проведенными отъ центра свѣтила къ концамъ земного радіуса, называется *параллаксомъ* свѣтила. Значитъ, параллаксомъ называется разность между видимымъ съ поверхности земли направленіемъ свѣтила и видимымъ изъ центра земли или геоцентрическимъ. По причинѣ чрезвычайнаго удаленія неподвижныхъ звѣздъ, ихъ параллаксы можно считать равными нулю; иначе сказать: ихъ видимыя и истинныя зенитныя разстоянія равны. Параллаксами прочихъ



Фиг. 28.

свѣтилъ пренебрегать нельзя. Чѣмъ ближе къ землѣ свѣтило, тѣмъ параллаксъ его больше, и, значитъ, тѣмъ болѣе отличается видимое зенитное разстояніе отъ истиннаго. Параллаксъ возрастаетъ также съ увеличеніемъ зенитнаго разстоянія; параллаксъ равенъ нулю; если свѣтило находится въ зенитѣ, и достигаетъ наибольшей величины, когда свѣтило въ горизонтѣ; тогда параллаксъ называется *горизонтальнымъ.*

Изъ треугольника Sac имѣемъ:

$$\frac{Sin\, a Sc}{Sin\, Sac} = \frac{ac}{Sc};$$

такъ какъ $\angle Sac = 180^0 - \angle SaZ$, то

$$Sin\ aSc = \frac{ac}{Sc} Sin\ SaZ$$

Полагая $\angle aSc = p$, $\angle SaZ = z$ и называя радіусъ ac земли чрезъ r, а Sc разстояніе между центрами свѣтила и земли чрезъ d, получимъ:

$$Sin\ p = \frac{r}{d} \cdot Sin\ z \quad . \quad . \quad (p).$$

Когда свѣтило въ горизонтѣ, то $z = 90^0$. Обозначивъ горизонтальный параллаксъ чрезъ P, найдемъ:

$$Sin\ P = \frac{r}{d} \quad . \quad . \quad (P).$$

Изъ этого ясно, что горизонтальный параллаксъ свѣтила можно опредѣлить, если извѣстны радіусъ земного шара и удаленіе свѣтила отъ земли. Обратно, зная параллаксъ и радіусъ земного шара, можно вычислить разстояніе свѣтила отъ земли.

Изъ сравненія равенствъ (p) и (P), получается уравненіе:

$$Sin\ p = Sin\ P \cdot Sin\ z,$$

по которому можно вычислить параллаксъ при всякой высотѣ свѣтила, если извѣстенъ его параллаксъ горизонтальный.

Горизонтальный параллаксъ солнца$=8'',8$, луны$=57'$, значитъ, радіусъ земли видѣнъ съ солнца подъ угломъ въ $8'',8$.

Параллаксъ, относящійся къ радіусу земли, называется суточнымъ, потому что въ теченіе сутокъ проходитъ чрезъ всѣ возможныя значенія. Суточнымъ онъ названъ въ отличіе отъ годичнаго параллакса, относящагося къ радіусу земной орбиты.

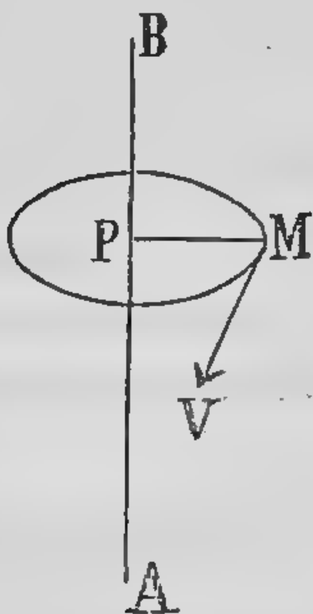
Когда свѣтило въ зенитѣ, его параллаксъ нуль; параллаксъ наибольшій—когда свѣтило на горизонтѣ. Параллаксъ понижаетъ свѣтило, уменьшая его высоту, но не измѣняя азимута.

Параллаксъ измѣняется прямо пропорціонально синусу зенитнаго разстоянія и обратно пропорціонально линейному разстоянію свѣтила.

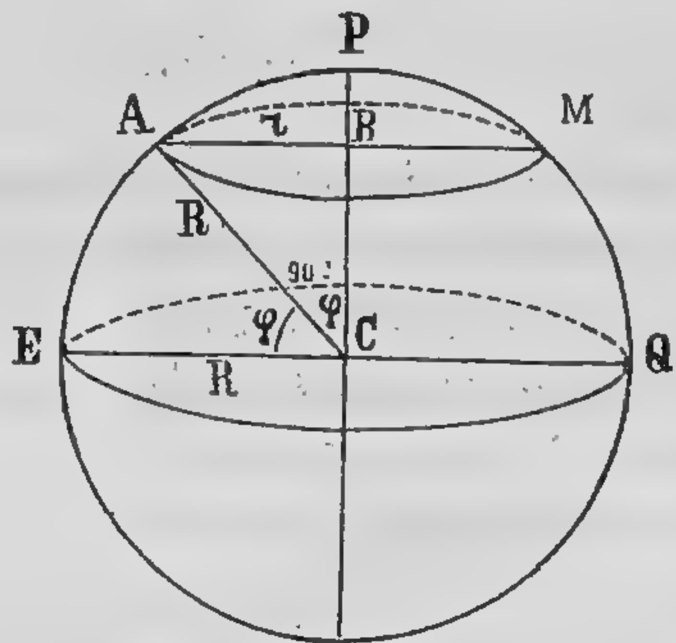
IV.

Уклоненіе падающихъ тѣлъ къ востоку; опытъ Фуко.—Когда твердое тѣло вращается около неподвижной оси, каждая точка M тѣла описываетъ кругъ, перпендикулярный къ оси и имѣющій центръ въ P на оси; его скорость нормальна (перпендикулярна) къ плоскости MAB. Дуги, описанныя въ одно и то же время двумя различными точками, пропорціональны разстояніямъ этихъ точекъ до оси; скорости этихъ точекъ относятся, какъ ихъ разстоянія до оси.

Угловою скоростью называется скорость точекъ, лежащихъ на разстояніи единицы отъ оси. Если мы обозначимъ чрезъ ω



Фиг. 29.



Фиг. 30.

скорость, то величина скорости V точки M будетъ $\omega . MP$, гдѣ MP разстояніе точки M отъ оси.

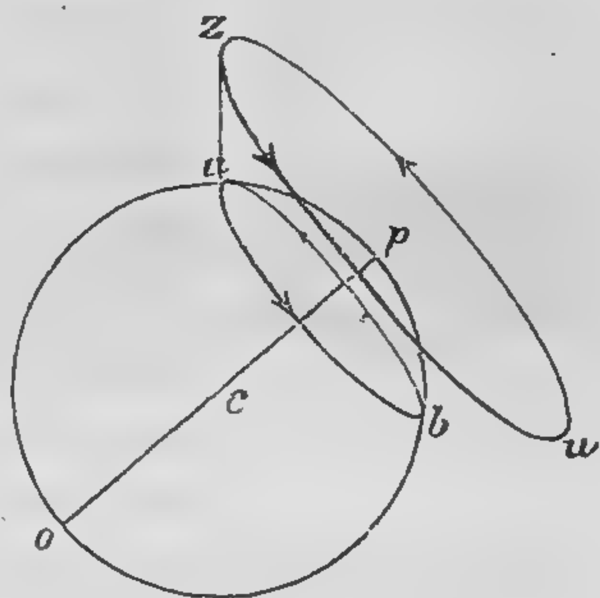
Время вращенія земли около оси—звѣздныя сутки, равныя 86164 секундамъ средняго солнечнаго времени. Уголъ, описанный землей въ одну секунду, равенъ $\left(\frac{360}{86164}\right)^0$ или $15{,}_{04}$ секунды

дуги, въ частяхъ же радіуса $\frac{2\pi}{86164}$ или $\frac{1}{13713}$ [1]). Эта величина и представляетъ угловую скорость вращенія земли ω.

Для широты φ радіусъ параллели AB будетъ равенъ $AC \cos\varphi$ или $R \cos\varphi$, гдѣ R радіусъ земли. Слѣд., линейная скорость вращенія точки земной поверхности на широтѣ φ будетъ $\omega . AB$ или $R \cos\varphi$.

Вращеніемъ земли около оси объясняются два физическіе опыта; уклоненіе падающихъ тѣлъ къ востоку и опытъ Фуко надъ маятникомъ.

1) Пусть $apbo$ (фиг. 31) изображаетъ земной шаръ и aZ весьма высокое зданіе. Внутри зданія опредѣляютъ помощію отвѣса двѣ точки Z и a, лежащія на одной и той же отвѣсной линіи. Потомъ, изъ верхней точки Z опускаютъ гирьку, чтобы она падала только вслѣдствіе собственнаго вѣса. Опытъ показываетъ, что гирька упадаетъ не въ точку a, а уклоняется къ востоку. Такіе опыты были сдѣланы въ высокихъ зданіяхъ и глубокихъ копяхъ каменнаго угля. Чтобы объяснить это явленіе, замѣтимъ, что нижняя точка a отвѣсной линіи, участвуя во вращеніи земли около оси po, описываетъ суточную параллель ab отъ запада къ востоку, между тѣмъ какъ вершина Z той же линіи пробѣгаетъ въ сутки окружность Zu гораздо большаго діаметра. Поэтому, гиря, находясь въ точкѣ Z, имѣетъ большую скорость, нежели точки, ниже ея лежащія на той же отвѣсной линіи, и, слѣдовательно, достигнувъ при своемъ паденіи земли, должна упредить точку a въ ея движеніи на востокъ.



Фиг. 31.

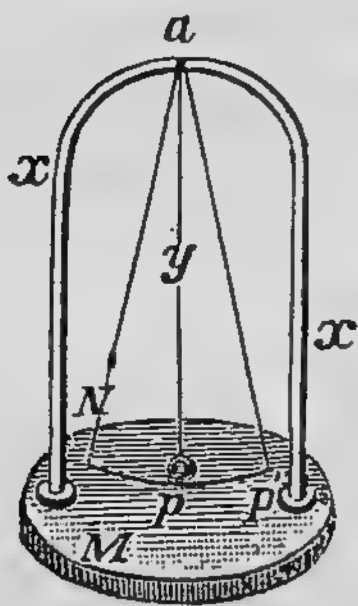
Дѣйствительно, линейная скорость точки a есть $R\omega \cos\varphi$, а скорость точки Z, находящейся на высотѣ h надъ нею будетъ $(R+h)\,\omega \cos\varphi$. Слѣд., Z упредитъ a въ одну секунду на $h\omega \cos\varphi$. На падающую изъ Z гирю дѣйствуютъ въ началѣ паде-

---

[1]) Любопытно, что по случайному совпаденію мантисса пятизначнаго логариѳма числа 13713 тоже равна 13713.

нія $h\omega \cos \varphi$ горизонтально и ускореніе силы тяжести g вертикально. Поэтому въ первую секунду гиря пойдетъ по діагонали параллелограма, построеннаго на нихъ, и опишетъ далѣе кривую линію, которая встрѣтитъ поверхность земли въ точкѣ, лежащей восточнѣе a. Теоретическое уклоненіе близко подходитъ къ результатамъ опытовъ, крайне деликатныхъ, потому что уклоненіе весьма мало, и трудно устранить вліяніе теченій воздуха.

На горизонтальной доскѣ MN (фиг. 32), которая можетъ вращаться на вертикальной оси, утверждаютъ стойку x и на нее привѣшиваютъ маятникъ, состоящій изъ шарика p, прикрѣпленнаго къ шелковинкѣ y. Будучи выведенъ изъ отвѣснаго положенія и предоставленъ самому себѣ, маятникъ начинаетъ качаться. Если доска будетъ приведена во вращательное движеніе около вертикальной линіи, проходящей чрезъ центръ круга MN и точку привѣса маятника, то плоскость [1]), въ которой маятникъ совершаетъ качанія, сохраняетъ вслѣдствіе инерціи одно и то же направленіе въ пространствѣ и, слѣдовательно, измѣняетъ свое положеніе въ отношеніи доски. На этомъ началѣ Фуко основалъ свой опытъ. Вообразимъ наблюдателя на сѣверномъ географическомъ полюсѣ земли, и пусть къ потолку высокаго зданія привѣсили на шнуркѣ, или, еще лучше, на тонкой проволокѣ, металлическій шаръ, оканчивающійся остріемъ. Плоскость качанія такого маятника должна сохранить неизмѣнное направленіе въ пространствѣ. Но какъ земной шаръ со всѣми тѣлами, на немъ находящимися, вращается на оси, то относительное положеніе плоскости качанія маятника и всѣхъ его окружающихъ предметовъ: стѣнъ зданія, пола, самого наблюдателя, должно измѣняться. Такъ какъ наблюдатель собственнаго движенія не замѣчаетъ, то ему покажется, что плоскость качанія маятника вращается по направленію суточнаго движенія небеснаго свода, и въ продолженіе сутокъ описываетъ полную окружность.

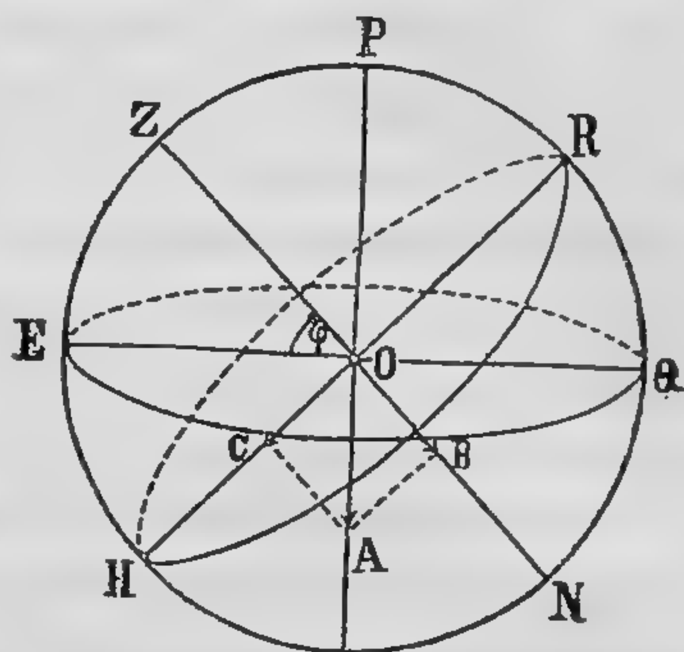


Фиг. 32.

---

[1]) Плоскость качаній опредѣляется отвѣсною линіей ap и направленіемъ ap', которое принялъ маятникъ въ началѣ качаній.

Не трудно сообразить, что на географическомъ экваторѣ плоскость качанія маятника не должна измѣнять своего положенія относительно горизонта. Въ промежуточныхъ широтахъ происходитъ нѣчто среднее: плоскость качанія кажется вращающеюся, но въ продолженіе сутокъ описываетъ менѣе 360°. Болѣе точное разсмотрѣніе показываетъ, что въ сутки уголъ вращенія плоскости качанія равенъ 360°×Sinφ, гдѣ φ широта мѣста; такъ, для Петербурга этотъ уголъ равенъ, приблизительно, 311°37′.



Фиг. 32.

Эту формулу можно вывести непосредственно изъ разложенія вращенія земли около оси съ угловою скоростью $OA = \omega$ на два другихъ: одно OB, направленное по отвѣсной линіи ZN и равно $\omega\ sin\ \varphi$, другое OC, направленное по меридіональной или полуденной линіи HR, (въ плоскости горизонтальной) и равное $\omega\ cos\ \varphi$. На качаніе маятника вліяетъ только вертикальная составляющая $\omega\ sin\ \varphi$ скорости вращенія земли и производитъ относительное движеніе маятника.

V.

25. **Звѣздное небо.** — Число звѣздъ, усматриваемыхъ непосредственно глазомъ, безъ помощи телескопа, не такъ велико, какъ кажется; на всемъ звѣздномъ небѣ нельзя насчитать болѣе 5000 звѣздъ, но съ помощью телескопа ихъ можно видѣть милліоны. Для удобнѣйшаго обозрѣнія звѣзднаго неба, звѣзды распредѣлены на *созвѣздія*; такъ называются группы звѣздъ, которымъ еще въ древности дали очертанія фигуръ человѣка, животныхъ, инструментовъ и проч. Напримѣръ, есть созвѣздія Большой и Малой Медвѣдицы, Оріона, Близнецовъ, Дѣвы, Кита, Лиры и т. д. Самая яркая звѣзда въ созвѣздіи обозначается греческою буквой α, вторая β и т. д. по алфавиту, затѣмъ, продолжаютъ латинскою азбукой и потомъ цифрами 1, 2, 3...

Звѣзды по своей яркости раздѣляются на величины; такъ, самыя яркія звѣзды суть первой величины. Величина звѣздъ опредѣляется фотометрическими измѣреніями или оцѣнкой на глазъ.

Невооруженнымъ глазомъ можно видѣть звѣзды до шестой величины включительно, въ наиболѣе сильные телескопы видны звѣзды 16 величины.

Приблизительное число звѣздъ каждой величины, втрое болѣе числа звѣздъ предъидущей величины. Такъ, звѣздъ первой величины 20, второй величины 65, третьей величины 190 и т. д.

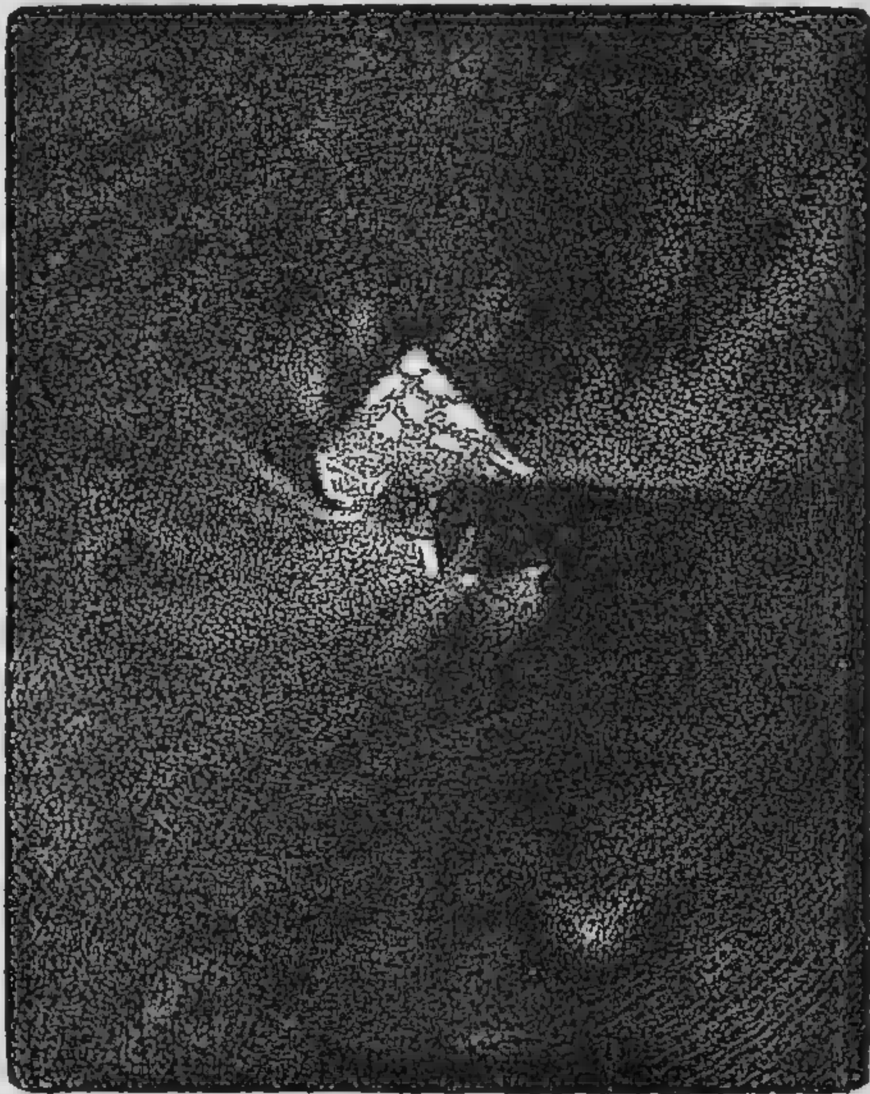
Въ нашемъ полушаріи легко розыскать созвѣздіе Большой Медвѣдицы, никогда незаходящее; оно имѣетъ расположеніе *murs*, изображенное на фигурѣ 34. Если провести прямую линію чрезъ крайнія звѣзды *m* и *n*, то встрѣтимъ почти на продолженіе ея звѣзду 2-й величины *k*, называемую *полярной*, потому что она лежитъ близко отъ полюса міра; она принадлежитъ къ созвѣздію Малой Медвѣдицы *kq*. Почти на продолженіи линіи *rs* встрѣчаемъ звѣзду Арктуръ-*t*, принадлежащую къ созвѣздію Волопаса. Подобнымъ образомъ, имѣя предъ собою карту звѣзднаго неба, легко розыскать всѣ созвѣздія, видимыя надъ горизонтомъ.

Фиг. 34.

Млечный путь представляетъ поясъ бѣлаго или молочнаго цвѣта шириной 10^0 или 15^0, пересѣкающій небо приблизительно по большому кругу. Въ одной части онъ развѣтвляется на протяженіи многихъ градусовъ; эти двѣ вѣтви потомъ опять сходятся. Въ южномъ полушаріи млечный путь имѣетъ темныя беззвѣздныя части, которыя называются угольными мѣшками. Млечный путь проходитъ чрезъ созвѣздія Орла, Змѣи, Лебедя, Кассіопеи, Персея, Возничаго, Единорога, Корабля, Креста, Скорпіона и Стрѣльца.

Гершель помощію своего сорокафутоваго телескопа доказалъ,

что млечный путь есть собраніе огромнаго количества чрезвычайно отдаленныхъ звѣздъ; только въ полѣ своего телескопа онъ насчиталъ ихъ до 60000. Кромѣ того, замѣчаемъ на небѣ еще свѣтлыя пространства, называемыя *туманными пятнами*; нѣкоторыя изъ нихъ разрѣшаются съ помощію телескоповъ въ звѣзды. Туманныхъ пятенъ весьма много, но невооруженнымъ глазомъ можно видѣть только одно, въ созвѣздіи Андромеды. Это не потому, что они малы,— напротивъ, нѣкоторыя занимаютъ огромное пространство,—а по причинѣ ихъ слабаго сіянія. Поэтому телескопы, употребляемые, для наблюденія туманностей, имѣютъ цѣлію собрать какъ можно больше свѣта, при непосредственномъ увеличеніи. Такіе телескопы, какъ извѣстно, должны имѣть большіе и короткофокусные объективы. —На фигурѣ представлена самая свѣтлая часть туманнаго пятна въ созвѣздіи Оріона.—На основаніи спектральнаго анализа, съ большою вѣроятностію можно заключить, что одни изъ неразрѣшаемыхъ туманныхъ пятенъ суть газообразныя вещества, свѣтящіяся по причинѣ своей высокой температуры, другія — скопленія столь отдаленныхъ звѣздъ, что въ самые сильные телескопы они представляются свѣтлыми пятнами.


Фиг. 35. Туманное пятно Оріона.

Такъ какъ широта мѣста равна высотѣ полюса, то для всѣхъ точекъ земли, расположенныхъ по одной и той же географической параллели, звѣздное небо имѣетъ одинъ и тотъ же видъ. Удаляясь отъ нѣкоторой параллели къ сѣверу или югу, мы найдемъ иное положеніе полюса міра, а вмѣстѣ съ тѣмъ и иныя звѣзды. Пусть наблюдатель идетъ по меридіану изъ Москвы на югъ. Онъ замѣтитъ, что полярная звѣзда становится все ближе и ближе къ горизонту, т. е. высота ея уменьшается; въ Москвѣ

она равна 55° 45′, а на югѣ Россіи, въ Ейскѣ, — только 46°40′. Продолжая идти далѣе къ югу и достигнувъ, наконецъ, географическаго экватора, наблюдатель увидитъ полярную звѣзду у самаго горизонта. Когда онъ перейдетъ чрезъ экваторъ въ южное полушаріе, то полярная звѣзда и сѣверный полюсъ міра закроются горизонтомъ. Затѣмъ, на противоположной сторонѣ горизонта появится южный полюсъ міра и окружающія его звѣзды, никогда невидимыя въ Европѣ и другихъ странахъ сѣвернаго полушарія. По мѣрѣ удаленія отъ экватора къ югу, высота южнаго полюса міра увеличивается и открываются новыя созвѣздія, между тѣмъ какъ созвѣздія сѣверныя постепенно закрываются горизонтомъ.

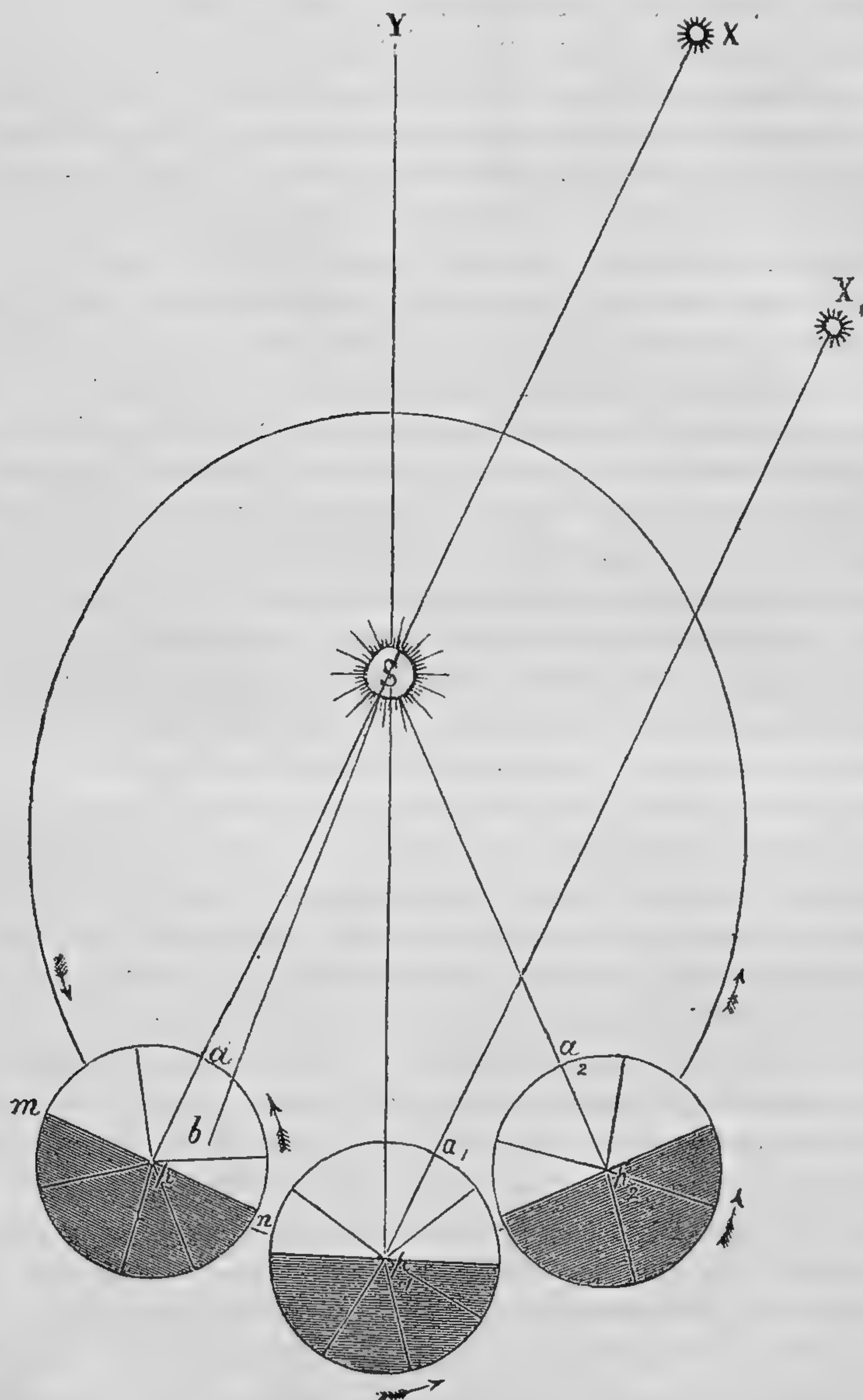
Если наблюдатель отправится изъ Москвы по меридіану на сѣверъ, то онъ найдетъ обратное явленіе: полярная звѣзда будетъ становиться все выше и выше, а когда онъ достигнетъ сѣвернаго географическаго полюса, то полярная звѣзда станетъ надъ его головою.

VI.

26. **Кажущееся годовое движеніе солнца.**—Наблюдатель, находящійся на поверхности земли, участвуя въ двухъ движеніяхъ земного шара—вращательномъ и поступательномъ—и не замѣчая этихъ движеній, приписываетъ ихъ небеснымъ свѣтиламъ. Чтобы представить себѣ съ ясностью совокупность проистекающихъ отсюда кажущихся движеній, разсмотримъ ихъ сначала въ простѣйшемъ видѣ.

Пусть, во-первыхъ, земной шаръ не имѣетъ поступательнаго движенія и обладаетъ только вращательнымъ движеніемъ около оси, такъ что центръ его остается въ покоѣ. Тогда кажущееся суточное движеніе звѣздъ было бы то же самое, что и теперь, съ тою только разницею, что звѣзды въ теченіе года не имѣли бы и того весьма малаго перемѣщенія, которое зависитъ отъ ихъ годичнаго параллакса. Солнце оставалось бы на одномъ и томъ же мѣстѣ небесной сферы, не измѣняя своего положенія въ отношеніи звѣздъ и участвуя въ общемъ кажущемся суточномъ движеніи.

Предположимъ теперь, что земной шаръ имѣетъ оба движенія, но ось вращенія перпендикулярна къ плоскости земной орбиты



Фиг. 36.

(въ дѣйствительности, она бываетъ наклонена подъ угломъ до

66°32′), и значитъ, географическій экваторъ совпадаетъ съ этой плоскостью.

Пусть S (фиг. 36) представляетъ солнце, круги — различныя положенія экватора земли, при движеніи ея по орбитѣ, p, p_1, p_2— послѣдовательное положеніе сѣвернаго географическаго полюса, прямыя линіи, расходящіяся изъ точекъ p, p_1, p_2... къ окружности экватора—географическіе меридіаны; стрѣлки означаютъ направленія поступательнаго и вращательнаго движеній. Предположимъ что плоскость орбиты, а значитъ, и плоскость географическаго экватора, совпадаетъ съ плоскостью чертежа. Тогда ось земли изобразится точками p, p_1, p_2,......, лежащими на орбитѣ. Наконецъ, пусть центръ небесной сферы находится въ центрѣ земли. При такомъ условіи, меридіаны географическіе будутъ лежать на меридіанахъ небесныхъ. Такъ какъ центръ солнца оставался бы тогда постоянно на небесномъ экваторѣ, то склоненіе всегда было бы одно и то же, именно равно нулю. Начнемъ наше разсмотрѣніе съ того мгновенія, когда географическій меридіанъ pa точки a, лежащей на земномъ экваторѣ, а слѣдовательно, и небесный меридіанъ проходятъ чрезъ центръ солнца S. Это мгновеніе будетъ полднемъ для точки a. Предположимъ, что въ то же время и звѣзда X находится на небесномъ меридіанѣ наблюдателя. Иначе сказать, звѣзда и солнце кульминируютъ въ одно и то же время. Вслѣдствіе вращенія земли около оси, небесный меридіанъ вращается по направленію противоположному движенію стрѣлки часовъ, а свѣтила кажутся движущимися на западъ. По истеченіи звѣздныхъ сутокъ, меридіанъ pa, совершивъ полный оборотъ, придетъ въ положеніе p_1a_1 параллельное pa, между тѣмъ какъ земной шаръ, двигаясь поступательно, перейдетъ изъ p въ p_1. Звѣзда X, въ это мгновеніе, будетъ находиться на меридіанѣ p_1a_1, потому что прямыя линіи Xp и X_1p_1, проведенныя отъ одной и той же звѣзды къ разнымъ точкамъ земной орбиты можно считать параллельными. Что касается солнца, то прямыя линіи Sp и Sp_1, проведенныя изъ центра его S къ точкамъ p и p_1, будутъ не параллельны. Поэтому, когда небесный меридіанъ придетъ въ положеніе $p_1a_1X_1$, солнце будетъ еще къ востоку отъ меридіана, на другомъ кругѣ склоненія, чѣмъ въ предыдущій день, и противъ другой точки небесной сферы, гдѣ находятся другія звѣзды. Значитъ, если звѣзда X кульминировала

вмѣстѣ съ солнцемъ, то на слѣдующій день меридіанъ ранѣе достигнетъ звѣзды, чѣмъ солнца, т. е. до полудня; полдень же или прохожденіе меридіана чрезъ солнце, совершится позднѣе, когда меридіанъ повернется еще въ нѣкоторый уголъ и придетъ въ положеніе p_2a_2, оставивъ ту же звѣзду на западѣ. Припомнимъ, что время, протекающее между двумя послѣдовательными кульминаціями одной и той же звѣзды чрезъ меридіанъ, называется звѣздными сутками; время, протекающее отъ одного полдня до другого, — солнечными сутками. Изъ предыдущаго ясно, что солнечныя сутки болѣе звѣздныхъ,—и *болѣе* именно потому, что направленіе вращательнаго и поступательнаго движеній земного шара одинаковы. Легко разсудить, что обратно звѣздныя сутки были бы длиннѣе солнечныхъ, если бы эти движенія были противоположны.

Земной наблюдатель не замѣчаетъ ни вращательнаго, ни поступательнаго движенія земли; ему кажется, что солнце и звѣзды вращаются около земли; и въ то же время солнце передвигается по небесной сферѣ, измѣняя свое положеніе въ отношеніи звѣздъ и отступая къ востоку, т. е. въ сторону, противоположную кажущемуся суточному теченію свѣтилъ. Такъ какъ прямое восхожденіе считается на востокъ, то прямое восхожденіе солнца непрерывно возрастаетъ. Когда земной шаръ обойдетъ всю орбиту, прямое восхожденіе солнца увеличится на 360^0, т. е. солнце опишетъ, повидимому, полную окружность и именно окружность небеснаго экватора, потому что склоненіе его постоянно равно нулю.—Мы предположили центръ небесной сферы въ центрѣ земли. Явленія мало измѣнятся, если мы глазъ наблюдателя и центръ сферы перенесемъ въ точку b, на какую-нибудь точку поверхности, земли въ сѣверномъ полушаріи. Разница только въ склоненіи солнца. Хотя солнце и весьма удалено отъ земли, но тѣмъ не менѣе прямую линію Sb, идущую изъ центра солнца къ мѣсту наблюденія, нельзя считать параллельною плоскости небеснаго экватора, и солнце представится въ южномъ полушаріи съ весьма малымъ южнымъ склоненіемъ.

Проведемъ плоскость mpn перпендикулярную къ линіи, соединяющей центры солнца и земли и проходящей чрезъ центръ земли. Эта плоскость, называемая свѣтораздѣльной дѣлитъ земной шаръ приблизительно, на двѣ половины, освѣщенную и нео

свѣщенную: на одной *тан* будетъ день, на другой—ночь. Каждая точка b земной поверхности, двигаясь по географической параллели, почти половину пути описываетъ въ лучахъ солнца и половину въ тѣни. Слѣдовательно, на всей земной поверхности день равенъ ночи. То же выходитъ изъ разсмотрѣнія небесной сферы; солнце движется по небесному экватору. а послѣдній дѣлится всѣми горизонтами пополамъ, за исключеніемъ полярнаго горизонта, который совпадаетъ съ экваторомъ.

Температура разныхъ точекъ земного шара зависитъ отъ полуденной высоты солнца; чѣмъ болѣе высота солнца, тѣмъ болѣе уголъ, составляемый его лучами, тѣмъ сильнѣе ихъ дѣйствіе, тѣмъ выше температура. Если бы географическій экваторъ совпадалъ съ плоскостью орбиты, то въ мѣстностяхъ по географическому экватору солнце въ полдень достигало бы зенита, и эти мѣстности обладали бы самой высокой температурой. Надъ горизонтомъ точки b, лежащей на какой нибудь географической параллели, высота солнца не достигала бы 90^0 и была бы тѣмъ менѣе, чѣмъ параллель ближе къ полюсу. Значитъ температура убывала бы по мѣрѣ приближенія къ полюсу.

Такъ какъ полуденная высота солнца, въ сдѣланномъ предположеніи, остаетоя одна и та же для каждой точки земной поверхности, то и температура измѣнялась бы только въ теченіи сутокъ, всегда въ одномъ и томъ же порядкѣ, дни ни чѣмъ бы не отличались другъ отъ друга, и времена года были бы невозможны. Въ дѣйствительности это не такъ, и единственная тому причина—измѣненіе склоненія солнца.

Если бы земля, вращаясь около оси, оставалась неподвижною на своей орбитѣ, то солнце, подобно неподвижнымъ звѣздамъ пребывало бы на одномъ и томъ же мѣстѣ небесной сферы. Но, вслѣдствіе движенія земли по орбитѣ измѣняется положеніе солнца относительно неподвижныхъ звѣздъ. Чтобы объяснить всѣ наблюдаемыя явленія въ этомъ кажущемся движеніи солнца, помощію дѣйствительнаго движенія земли по ея орбитѣ, необходимо допустить, что земная ось бываетъ наклонена къ плоскости земной орбиты подъ угломъ въ $66^0 32'$ и, слѣдовательно, уголъ, составляемый этою плоскостью и земнымъ экваторомъ, равенъ — $23^0 28'$, какъ дополненіе до 90^0 [8].

Такъ какъ, при движеніи земли по ея орбитѣ, экваторъ

остается себѣ параллельнымъ, то прямыя линіи, по которымъ онъ пересѣкаетъ плоскость земной орбиты, также должны быть между собою параллельными. Пересѣченіе плоскостей земного экватора и орбиты называется *равноденственной линіей:* продолженіе ея встрѣчаетъ небесную сферу въ однѣхъ и тѣхъ же точкахъ, лежащихъ на небесномъ экваторѣ; одна изъ нихъ называется точкою *весенняго равноденствія,* другая—точкою *осенняго равноденствія.* Неподвижныя звѣзды, по причинѣ большого удаленія, почти не измѣняютъ въ продолженіи года своего положенія относительно небесной сферы, а слѣдовательно и относительно этихъ точекъ [1]).

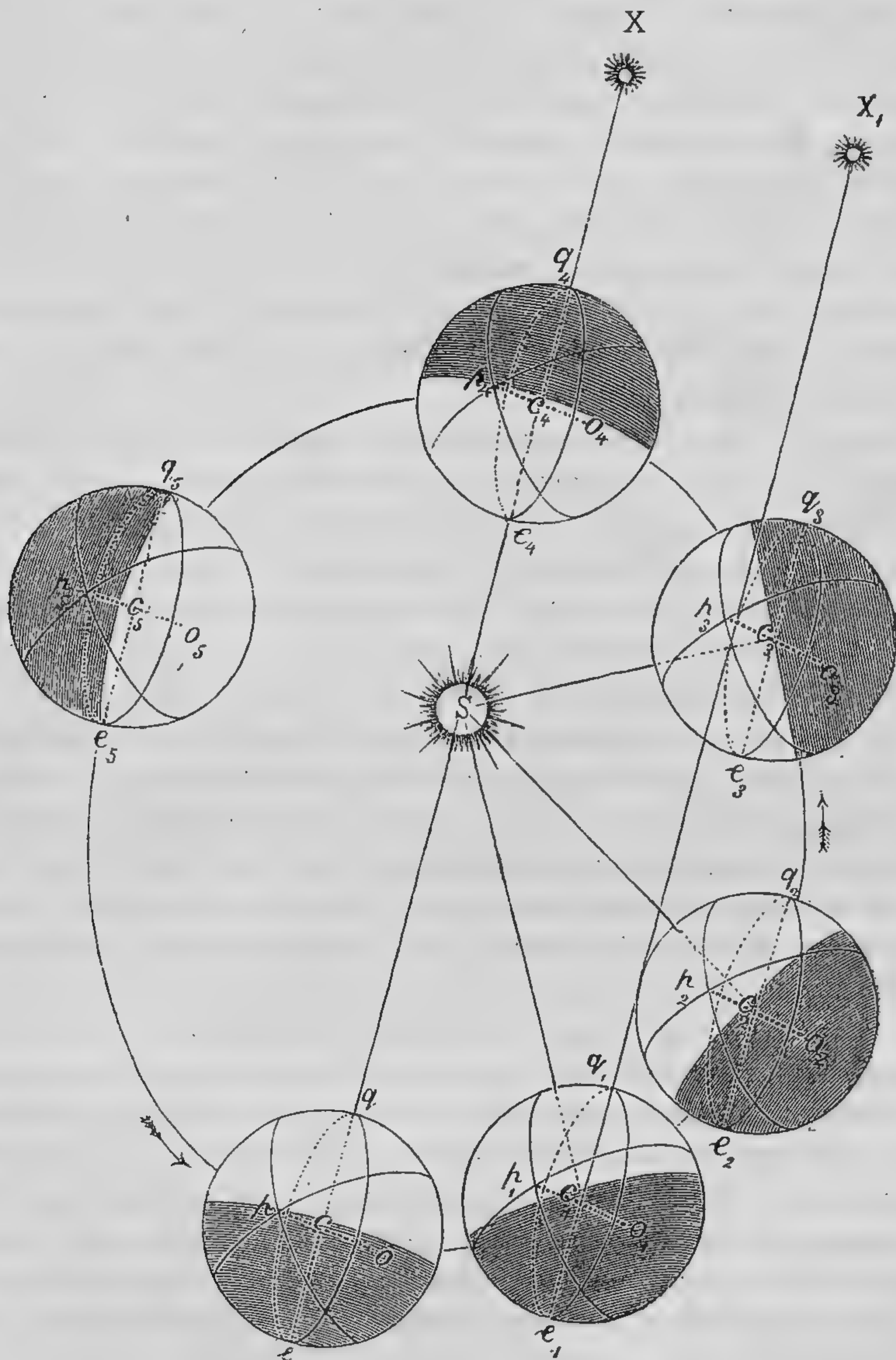
Пусть S (фиг. 37) представляеть солнце; $cc_1\ c_2...$—орбиту земли, а c, c_1, $c_2...$—различныя положенія центра земного шара на орбитѣ, po, p_1o_1, $p_2o_2...$—послѣдовательныя положенія земной оси, а p, p_1, $p_2...$—сѣверный географическій полюсъ. При поступательномъ движеніи земли, равноденственная линія принимаетъ послѣдовательно положенія eq, e_1q_1, o_2q_2, e_3q_3, e_4q_4, e_5q_5, пока не возвратится снова въ положеніи eq.

Пусть центръ земли находится въ точкѣ c, и пусть въ той же точкѣ находится центръ небесной сферы,—послѣднее предположеніе съ тою цѣлью, чтобы географическіе меридіаны совпадали съ небесными. Начнемъ съ того мгновенія, когда небесный меридіанъ нѣкоторой точки земной поверхности проходитъ чрезъ солнце S и звѣзду X; этотъ меридіанъ пересѣчетъ плоскость орбиты по линіи cS. Вслѣдствіе вращенія земли около оси, упомянутый меридіанъ отступаетъ отъ солнца и звѣздъ на востокъ, и слѣдовательно, эти свѣтила покажутся движущимися на западъ; спустя нѣкоторый промежутокъ времени, будетъ мгновеніе, когда новое пересѣченіе c_1X_1 того же меридіана съ плоскостью орбиты будетъ параллельно первоначальному cX; пусть центръ земли находится тогда въ c_1. Такъ какъ звѣзды отстоятъ отъ насъ весьма далеко, то та же звѣзда X будетъ въ разсматриваемый моментъ опять на томъ же меридіанѣ. Но какъ вращательное движеніе земли совершается по одному на-

---

[1]) Ниже (45) будетъ показано, что обѣ точки равноденствій движутся хотя весьма медленно, на западъ.

правленію съ поступательнымъ, то солнце, находясь въ плоскости



Фиг. 37.

c_1S, еще будетъ къ востоку отъ того же меридіана и придетъ на него, спустя нѣсколько времени, когда земля еще передви-

нется по своей орбитѣ и будетъ находиться въ c_2, между тѣмъ какъ звѣзда X отойдетъ уже на западъ.

Изъ предыдущаго выходитъ:

27. **Солнечныя сутки болѣе звѣздныхъ.**—Прямое восхожденіе солнца измѣняется, постепенно возрастая отъ 0^0 до 360^0. Промежутокъ времени, въ который прямое восхожденіе солнца увеличивается на 360^0, или время, протекающее между двумя послѣдовательными прохожденіями солнца чрезъ точку весенняго равноденствія, называется *тропическимъ годомъ*. Въ этотъ промежутокъ времени солнце проходитъ чрезъ всѣ круги склоненія; слѣдовательно, въ продолженіе года, будетъ однѣми звѣздными сутками болѣе противъ солнечныхъ. Такъ какъ въ году считается 365,25 солнечныхъ сутокъ и значитъ 366,25 звѣздныхъ, то однѣ солнечныя сутки равны $\frac{366,25}{365,25}$ сут. звѣздн. $=$ 24 ч. 3 м. 56, 5 с. звѣзднаго времени, а однѣ звѣздныя сутки $= \frac{365,25}{366,25}$ сут. солн. $=$ 23 ч. 56 м. 4, 1 с. солнечнаго времени.

Если въ зимнюю полночь, напримѣръ, 1-го января, нѣкоторая звѣзда была въ верхней кульминаціи, то слѣдующая кульминація будетъ почти 4-мя минутами ранѣе полуночи 2-го января; слѣдующая затѣмъ кульминація — 8-ю минутами ранѣе и т. д. Черезъ полгода, т. е. 1-го іюля, верхняя кульминація той же звѣзды будетъ уже въ полдень, а чрезъ годъ снова въ полночь. Стало быть, для одного и того же часа сутокъ, но въ разные дни, картина звѣзднаго неба бываетъ неодинакова; звѣзды, видимыя нами въ зимнюю ночь, проходятъ лѣтомъ надъ горизонтомъ втеченіе дня и теряются въ лучахъ солнца; точно такъ же лѣтнія звѣзды невидимы зимою, потому что проходятъ тогда надъ нами днемъ.

Измѣненіе прямого восхожденія солнца и происходящее отъ того неравенство въ продолжительности сутокъ звѣздныхъ и солнечныхъ является вслѣдствіе поступательнаго движенія земного шара; если бы земля только вращалась около оси, оставаясь въ одномъ и томъ же мѣстѣ пространства, то тѣ и другія сутки были бы между собою равны. Что солнечныя сутки болѣе звѣздныхъ, а не наоборотъ, происходитъ отъ того, что вращеніе земли совершается по тому же направленію, какъ

и поступательное движеніе ея. Если бы эти движенія были противоположны, то легко убѣдиться, разсуждая подобно предыдущему, что солнечныя сутки должны быть короче звѣздныхъ.

Мы предполагали центръ небесной сферы въ центрѣ земли; тѣ же сужденія, очевидно, можно примѣнить къ тому случаю, когда центръ небесной сферы будетъ находиться въ какой нибудь точкѣ поверхности земли.

Вслѣдствіе того, что земная ось не всегда перпендикулярна къ плоскости орбиты, а бываетъ наклонена, именно, подъ угломъ въ $66^0\ 32'$, измѣняется склоненіе солнца, а отъ этого происходятъ измѣненія меридіональныхъ высотъ этого свѣтила продолжительности дня, времена года и раздѣленіе земли на поясы.

28. **О склоненіи солнца.**—Пусть земля находится въ c (фиг. 37), когда продолженіе равноденственной линіи eq проходитъ черезъ солнце; въ это время склоненіе солнца есть нуль. Когда земля, двигаясь по своей орбитѣ, перейдетъ изъ c въ c_1, то равноденственная линія e_1q_1 не будетъ направляться чрезъ солнце; если p_1 есть сѣверный полюсъ, то прямая линія Sc_1, соединяющая центры солнца и земли, не будетъ лежать въ плоскости земного экватора, но встрѣтитъ земную поверхность въ сѣверномъ географическомъ полушаріи. Поэтому, солнце будетъ имѣть сѣверное склоненіе; уголъ Sc_1p_1, составленный прямою линіею, соединяющей центры земли и солнца, и земною осью, есть, очевидно, не что иное, какъ дополненіе склоненія солнца до 90^0. По мѣрѣ перемѣщенія земли, уголъ Sc_1p_1 уменьшается, пока не достигнетъ своей наименьшей величины, а значитъ, склоненіе солнца увеличивается до своей наибольшей величины; это будетъ въ ту пору, когда равноденственная линія e_3q_3 перпендикулярна къ линіи Sc_3, соединяющей центры солнца и земли, въ чемъ легко убѣдиться изъ началъ стереометріи; тогда уголъ Sc_3p_3 будетъ равенъ $66^0\ 32'$, а, слѣдовательно склоненіе солнца $23^0\ 28'$. При дальнѣйшемъ движеніи земли, уголъ Sc_3p_3 станетъ увеличиваться и склоненіе солнца уменьшаться; послѣднее обратится въ нуль, когда равноденственная линія e_4q_4, опять пройдетъ чрез солнце. При переходѣ земли въ c_5 прямая линія Sc_5

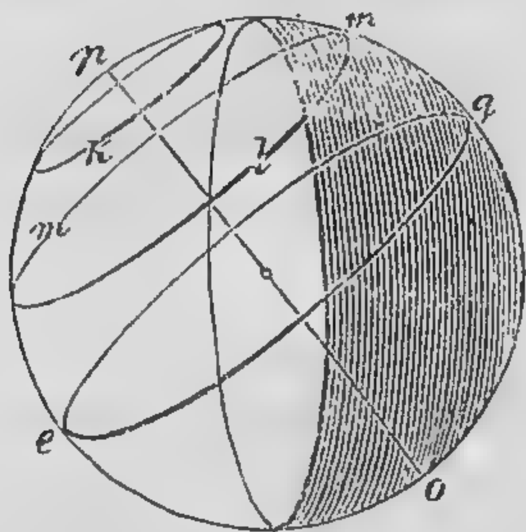
встрѣтитъ земную поверхность въ южномъ географическомъ полушаріи; поэтому, и склоненіе солнца дѣлается южнымъ. Южное склоненіе, по мѣрѣ перемѣщенія земли по орбитѣ, возрастаетъ до своей наибольшей величины $23^0\ 28'$, когда равноденственная линія $e_5 q_5$ будетъ перпендикулярна къ Sc_5. Далѣе, южное склоненіе солнца уменьшается и достигаетъ O^0. Затѣмъ измѣненія склоненія совершаются въ томъ же порядкѣ. Моменты наибольшихъ склоненій солнца называются *солнцестояніями*, потому что тогда склоненіе, въ продолженіе нѣкотораго времени, измѣняется весьма мало. Моментъ наибольшаго сѣвернаго склоненія, когда земля находится въ c_3, называется *лѣтнимъ солнцестояніемъ* и бываетъ 10-го іюня; моментъ наибольшаго южнаго склоненія, когда земля находится c_5, называется *зимнимъ солнцестояніемъ* и бываетъ 10-го декабря.

Тотъ моментъ, когда равноденственная линія проходитъ чрезъ солнце, или, что все равно, когда склоненіе солнца бываетъ нуль, называется *равноденствіемъ*, потому что тогда на всей земной поверхности день бываетъ равенъ ночи. Моментъ измѣненія склоненія солнца изъ южнаго въ сѣверное называется *весеннимъ* равноденствіемъ и бываетъ 9-го марта, а моментъ измѣненія склоненія изъ сѣвернаго въ южное—*осеннимъ* равноденствіемъ и бываетъ 10-го сентября.

Измѣненіе продолжительности дня.—Если бы солнце и земля были одинаковой величины, то лучи солнца освѣщали бы половину земного шара. На самомъ-же дѣлѣ солнце несравненно болѣе земли, а потому освѣщенная часть болѣе не освѣщенной. Это неравенство еще болѣе увеличивается преломленіемъ лучей въ земной атмосферѣ. Все-таки, по причинѣ чрезвычайно большого удаленія отъ насъ солнца, можно принять, что свѣтораздѣльная плоскость дѣлитъ земной шаръ на два полушарія, и что, будучи перпендикулярна къ линіи, соединяющей центры солнца и земли, она проходитъ чрезъ центръ земли. Для каждой точки земной поверхности, день начинается съ того мгновенія, когда вслѣдствіе вращательнаго движенія земли, эта точка входитъ въ пространство между солнцемъ и свѣтораздѣльной плоскостью, — и оканчивается, когда та же точка переходитъ по другую сторону этой плоскости. Во время весенняго равноденствія, свѣтораз-

дѣльная плоскость перпендикулярна къ равноденственной линіи *ep*, вмѣщаетъ географическую ось *po* и, слѣдовательно, дѣлитъ всѣ географическія параллели пополамъ. Поэтому, каждая точка земной поверхности, двигаясь по своей параллели, половину пути описываетъ въ лучахъ солнца и половину внѣ ихъ. Тогда на всей земной поверхности день равенъ ночи; отсюда названіе весенняго равноденствія.

При переходѣ земли въ c_1 свѣтораздѣльная плоскость не будетъ вмѣщать ось p_1o_1, потому что эта линія составляетъ съ Sc_1, перпендикулярной къ упомянутой плоскости, уголъ менѣе 90^0. Географическія параллели дѣлятся тогда свѣтораздѣльной плоскостью на неравныя части. Въ сѣверномъ полушаріи, какая либо точка *m* (фиг. 38) земной поверхности описываетъ большую часть своего пути *mlm* въ лучахъ солнца; поэтому день продолжительнѣе ночи; а нѣкоторыя точки, какъ напримѣръ *k*, — весь суточный путь свой описываютъ въ лучахъ солнца. Во время лѣтняго солнцестоянія, дни самые длинные и ночи самыя короткія. Потомъ, разность между продолжительностью дня и ночи уменьшается и, во время осенняго равноденствія, они опять равны ночамъ. Затѣмъ, ночи становятся длиннѣе дней и наибольшей продолжительности достигаютъ во время зимняго солнцестоянія. Для южнаго полушарія явленіе совершается въ обратномъ порядкѣ: когда въ сѣверномъ полушаріи дни увеличиваются, то въ южномъ уменьшаются, и обратно.



Фиг. 38.

Тѣ же выводы можно получить изъ разсмотрѣнія кажущагося движенія солнца по небесной сферѣ. Во время весенняго равноденствія, склоненіе солнца равно нулю, а потому солнце описываетъ въ теченіе сутокъ, повидимому, окружность экватора, который горизонтами всѣхъ мѣстъ дѣлится пополамъ. Отъ этого, повсюду день равенъ ночи. По мѣрѣ увеличенія склоненія солнца, увеличивается его меридіональная высота и продолжительность пребыванія надъ горизонтами всѣхъ точекъ сѣвернаго географическаго полушарія; тогда день болѣе ночи и продолжительность

дня увеличивается, а ночи уменьшается. Послѣ лѣтняго солнцестоянія солнце начинаетъ приближаться къ экватору; вмѣстѣ съ тѣмъ, убываютъ дни и возрастаютъ ночи. Ко времени осенняго равноденствія, солнце возвращается на экваторъ, и день становится равнымъ ночи. Затѣмъ, солнце уходитъ въ южное полушаріе небесной сферы. День становится менѣе ночи, и мало-по-малу, убывая, по мѣрѣ возрастанія южнаго склоненія, достигаетъ наименьшей величины во время зимняго солнцестоянія, когда солнце имѣетъ наибольшее южное склоненіе.

30. **Времена года.**—Время, протекающее отъ весенняго равноденствія до лѣтняго солнцестоянія, называется *весною,* отъ лѣтняго солнцестоянія до осенняго равноденствія—*лѣтомъ,* отъ осенняго равноденствія до зимняго солнцестоянія—*осенью,* отъ зимняго солнцестоянія до весенняго равноденствія—*зимою.* Весна, лѣто, осень и зима называются *временами года.*

Времена года неодинаково продолжительны, потому что движеніе солнца не строго равномѣрно. Такъ, самое длинное—лѣто, которое продолжается 93 сутокъ 14 часовъ, затѣмъ весна—92 сут. 21 часъ, осень — 89 сут. 19 час. и наконецъ зима—89 сут. 0 час. Солнце остается 8 днями долѣе въ сѣверномъ полушаріи, чѣмъ въ южномъ.

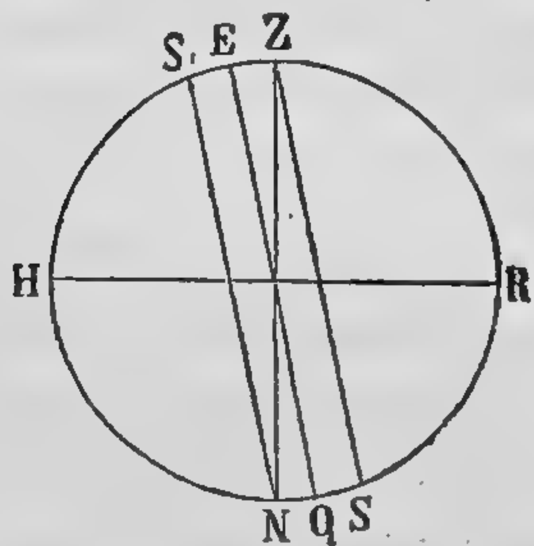
Зимою и весною меридіональныя высоты солнца возрастаютъ, лѣтомъ и осенью убываютъ. Весною и лѣтомъ дни болѣе ночей, осенью и зимою наоборотъ. Времена года обоихъ географическихъ полушарій противоположны; когда въ сѣверномъ полушаріи смѣняются: весна, лѣто, осень и зима, въ южномъ идутъ соотвѣтственно: осень, зима, весна и лѣто.

31. **Географическіе пояса.**—Земную поверхность раздѣляютъ на пять поясовъ: тропическій или жаркій, два умѣренныхъ и два полярныхъ или холодныхъ. Тропическій поясъ содержитъ всѣ точки земной поверхности, въ зенитѣ которыхъ можетъ быть солнце. Во время весенняго равноденствія линія Sc (фиг. 37), соединяющая центры солнца и земли, совпадаетъ съ равноденственной линіей и, значитъ, лежитъ на географическомъ экваторѣ. Въ это время, солнце можетъ быть въ зенитѣ одной изъ точекъ, лежащихъ по окружности земного экватора. Когда земля перей-

детъ изъ c въ c_1, линія Sc_1, соединяющая центры солнца и земли пересѣчетъ земную поверхность къ сѣверу отъ географическаго экватора, и въ полдень будетъ въ зенитѣ того мѣста, въ которомъ происходитъ это пересѣченіе.

Склоненіе солнца отъ весенняго равноденствія до лѣтняго солнцестоянія возрастаетъ, а дополненіе его до 90^0, равное углу Sc_1p, уменьшается. Слѣдовательно, по мѣрѣ движенія земли изъ c въ c_1, пересѣченіе прямой линіи Sc съ земною поверхностью приближается къ полюсу. Во время лѣтняго солнцестоянія, склоненіе солнца достигаетъ своего наибольшаго значенія $23^028'$, а уголъ Sc_3p_3—наименьшаго, именно $60^032'$. Тотъ же уголъ Sc_3p_3 есть дополненіе до 90^0 наклоненія географическаго экватора въ плоскости орбиты, съ другой стороны, этотъ же самый уголъ есть дополненіе до 90^0 географической широты той точки, въ которой линія Sc_3 пересѣкаетъ земную поверхность. Слѣдовательно, солнце можетъ быть въ зенитѣ всѣхъ тѣхъ точекъ сѣвернаго полушарія, которыхъ сѣверная широта не болѣе $23^028'$.

Подобнымъ образомъ можно доказать, что солнце можетъ быть въ зенитѣ всѣхъ мѣстъ, которыхъ южная широта не болѣе $23^028'$. Отсюда выходитъ, что тропическій поясъ лежитъ между двумя географическими параллелями, отстоящими отъ экватора на $23^028'$; параллель сѣвернаго полушарія называется *тропикомъ* [1]) *Рака*, а параллель южнаго полушарія — *тропикомъ Козерога*.



Фиг. 39.

Тѣ же выводы получаются изъ разсмотрѣнія небесной сферы. Вообразимъ небесную сферу (фиг. 39), небесный экваторъ EQ, горизонтъ HR и суточную параллель ZS солнца, проходящую чрезъ Z зенитъ мѣста. $\smile ZE$ есть склоненіе солнца. Но та же дуга есть склоненіе зенита, равное широтѣ мѣста. Слѣдовательно, въ то самое мгновеніе, когда солнце придетъ въ зенитъ какого-нибудь мѣста.—Склоненіе солнца равно широтѣ этого мѣста. Склоненіе

[1]) Греч. τρέπω поворачиваю; поворотный кругъ, потому что солнце измѣняетъ свое сѣверное движеніе на южное, и набооротъ.

солнца измѣняется отъ—23°28′ до+23°28′. Значитъ, солнце можетъ быть въ зенитѣ всѣхъ точекъ земной поверхности, которыхъ южная или сѣверная широта не превосходитъ 23°28′.

Холодный или полярный поясъ объемлетъ тѣ точки земной поверхности, гдѣ солнце можетъ быть незаходящимъ свѣтиломъ.

Послѣ весенняго равноденствія сѣверный полюсъ земли (фиг. 38) и часть околополярныхъ странъ остается въ освѣщенной части земного шара цѣлыя сутки, и, слѣдовательно, солнце становится незаходящимъ свѣтиломъ. По мѣрѣ приближенія земли къ солнцестоянію, все бо̀льшая и бо̀льшая часть около полярныхъ странъ сѣвернаго полушарія остается цѣлыя сутки въ лучахъ солнца. Во время лѣтняго солнцестоянія, уголъ Sc_3p_3 (фиг. 37) равенъ 66°32′. Но свѣтораздѣльная плоскость перпендикулярна къ линіи Sc_3, соединяющей центры солнца и земли; слѣдовательно, уголъ, составленный географическою осью съ свѣтораздѣльной плоскостью, есть дополненіе 66°32′ до 90°, т. е. 23°28′. Итакъ, солнце можетъ быть незаходящимъ свѣтиломъ для всѣхъ точекъ земной поверхности, которыя удалены отъ сѣвернаго географическаго полюса не болѣе 23°28′, или которыхъ широты не менѣе 66°32′. Во время зимняго солнцестоянія, на сѣверномъ географическомъ полюсѣ и вообще на всѣхъ точкахъ земной поверхности, которыхъ сѣверная широта не менѣе 66°32′, солнце бываетъ невосходящимъ свѣтиломъ. Параллели, удаленныя отъ экватора на 66°32′, называются *полярными кругами*, въ сѣверномъ полушаріи—*сѣвернымъ* или *арктическимъ* [1]), въ южномъ полушаріи—*южнымъ* или *антарктическимъ* [2]).

То же видно изъ разсмотрѣнія небесной сферы. Незаходящимъ свѣтиломъ для сѣвернаго полушарія земли можетъ быть только такое, котораго сѣверное склоненіе не менѣе дополненія широты мѣста до 90°. Наибольшее склоненіе солнца равно 23°28′; значитъ, оно можетъ быть незаходящимъ свѣтиломъ для точекъ земли, которыхъ широта не менѣе 66°32′. Равнымъ образомъ, солнце можетъ быть незаходящимъ свѣтиломъ тѣхъ мѣстностей, которыхъ южная широта не менѣе 66°32′.

---

[1]) Отъ греч. ἄρκτος, ὁ, ἡ,—медвѣдь, медвѣдица; созвѣздіе Большой Медвѣдицы; множ. ч. ἄρκτοι Большая и Малая Медвѣдицы; сѣверъ.

[2]) Изъ ἀντα —противъ и ἄρκτος.

Два сферическіе пояса, лежащіе между тропиками и полярными кругами, называются умѣренными поясами; они характеризуются тѣмъ, что солнце не можетъ быть здѣсь незаходящимъ или невосходящимъ свѣтиломъ и не бываетъ въ зенитѣ.

32. **Тропическій поясъ.**—Такъ какъ земной экваторъ пересѣкается свѣтораздѣльной плоскостью пополамъ, то на всѣхъ точкахъ его день всегда равенъ ночи. Географическія параллели прочихъ точекъ тропическаго пояса раздѣляются тою же плоскостью на части неравныя, мало, однако же, между собою различающіяся; поэтому, дни здѣсь почти равны ночамъ и въ продолженіе года измѣняются весьма незначительно. На одной изъ точекъ географическаго экватора, во время весенняго равноденствія, солнце въ полдень бываетъ въ зенитѣ; по мѣрѣ возрастанія сѣвернаго склоненія, меридіональная высота уменьшается, и во время лѣтняго солнцестоянія бываетъ наименьшая. Въ ту пору, уголъ Sc_3p_3 (фиг. 37) равенъ $66^0 32'$, а уголъ, образованный прямой Sc_3 съ плоскостью географическаго экватора, какъ дополненія до 90^0, равенъ $23^0 28'$, и, вмѣстѣ съ тѣмъ, представляетъ зенитное разстояніе солнца для нѣкоторой точки географическаго экватора въ полдень; полуденная высота въ то же время будетъ $66^0 32'$. Потомъ, меридіональная высота солнца увеличивается, и во время весенняго равноденствія солнце опять проходитъ чрезъ зенитъ. По мѣрѣ увеличенія южнаго склоненія солнца, меридіональная высота его уменьшается и, достигнувъ наименьшей величины, опять увеличивается до 90^0. Такимъ образомъ, на географическомъ экваторѣ должны быть два совершенно одинаковыхъ времени года: одно изъ нихъ бываетъ во время нашихъ весны и лѣта, другое—осени и зимы.

Къ тѣмъ же заключеніямъ приходимъ, разсматривая кажущееся движеніе солнца. Вообразимъ прямую сферу (фиг. 23). Солнце, повидимому, описываетъ вертикальную суточную параллель, которая горизонтомъ дѣлится пополамъ; значитъ, день равенъ ночи. Во время равноденствій, солнце находится на экваторѣ и проходитъ въ полдень чрезъ зенитъ мѣста. Когда оно удаляется въ сѣверное или южное полушарія, то зенитныя разстоянія увеличиваются, а меридіональныя высоты уменьшаются.

Во время лѣтняго солнцестоянія, солнце s описываетъ суточную параллель gd. Дуга gZ равна тогда $23^0 28'$, а меридіональная высота $gR = 66^0 28'$. Во время зимняго солнцестоянія, когда солнце s_1 описываетъ параллель $g_1 d_1$ зенитное разстояніе и высота имѣетъ тѣ же величины.

Двѣ параллели gd и $g_1 d_1$ небесной сферы, проведенныя въ разстояніи $23^0 28'$ отъ небеснаго экватора, называются тропиками: въ сѣверномъ—тропикомъ Рака, въ южномъ,—тропикомъ Козерога.

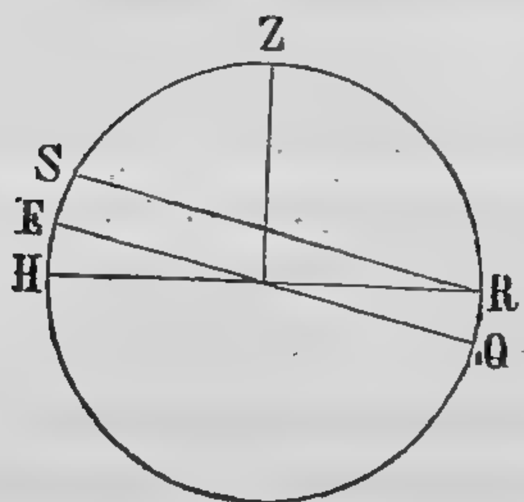
Во время лѣтняго солнцестоянія, солнце бываетъ въ зенитѣ одной изъ точекъ земной поверхности, расположенныхъ по тропику Рака. По мѣрѣ перемѣщенія земли изъ c_3 въ c_4 (фиг. 37), уголъ $Sc_3 p_3$ увеличивается; меридіональное зенитное разстояніе также возрастаетъ и достигаетъ наибольшей величины во время зимняго солнцестоянія, когда оно равно двойному углу наклоненія экватора земли къ плоскости орбиты, т. е. $46^0 56'$, а меридіональная высота $43^0 4'$. Затѣмъ, зенитное разстояніе уменьшается, а меридіональная высота возрастаетъ до лѣтняго солнцестоянія. Здѣсь ощутительно дѣленіе года на четыре времени. Подобное явленіе происходитъ на тропикѣ Козерога. Въ промежуточныхъ широтахъ, между тропиками и экваторомъ, солнце два раза въ годъ бываетъ въ зенитѣ: одинъ разъ, когда склоненіе увеличивается, другой—когда уменьшается.

Явленіе представляется проще на небесной сферѣ. Пусть HR (фиг. 39) изображаетъ горизонтъ одной изъ точекъ, лежащихъ по тропику Рака и которой широта, слѣдовательно, равна $23^0 28'$; EQ—небесный экваторъ, Z—зенитъ. Зенитное разстояніе экватора или дуга ZE равна $23^0 28'$. Во время лѣтняго солнцестоянія склоненіе солнца равно той же величинѣ, и это свѣтило описываетъ небесный тропикъ Рака ZS, проходящій черезъ зенитъ. По мѣрѣ приближенія солнца къ экватору, меридіональное зенитное разстояніе его увеличивается и во время осенняго равноденствія, когда солнце движется по небесному экватору, зенитное разстояніе равно $\smile EZ = 23^0 28'$. Затѣмъ солнце переходитъ въ южное полушаріе и удаляется отъ экватора; зенитное разстояніе солнца продолжаетъ возрастать и во время зимняго солнцестоянія, когда солнце описываетъ тропикъ

Козерога, совпадающій съ суточною параллелью S_1N, достигаетъ наибольшей величины $\smile ZS = 46^0 56'$; въ эту пору, меридіональная высота $= 43^0 4'$. Въ слѣдующее затѣмъ полугодіе, зенитное разстояніе уменьшается до нуля, а меридіональная высота увеличивается до 90^0. Тѣ же явленія совершаются на географическомъ тропикѣ Козерога.

Опредѣлить меридіональныя высоты солнца во время обоихъ солнцестояній для точки земной поверхности, которой широта равна 18^0?

33. **Холодные пояса.**—На сѣверномъ арктическомъ кругѣ, во время лѣтняго солнцестоянія, солнце одинъ день не заходитъ, а въ зимнее солнцестояніе не восходитъ, такимъ образомъ, продолжительность дня отъ зимняго до лѣтняго солнцестоянія измѣняется отъ 0 до 24 ч. Зенитное разстояніе солнца, во время лѣтняго солнцестоянія (фиг. 37), равно разности широты полярнаго круга и склоненія солнца, то есть $66^0 32' - 23^0 28'$ или $43^0 4'$, а меридіональная высота $46^0 56'$.



Фиг. 40.

То же получается изъ разсмотрѣнія кажущагося движенія солнца. Вообразимъ небесную сферу (фиг. 40), горизонтъ HR точки сѣвернаго полярнаго круга, EQ экваторъ, Z зенитъ, SR суточную параллель солнца, касающуюся нижнею частью горизонта. Меридіональное зенитное разстояніе $\smile SZ = \smile SE$. Но $EZ = 66^0 32'$, а $\smile SE = 23^0 28'$; слѣдовательно, $\smile SZ = 43^0 4'$.

Въ промежуточныхъ широтахъ, между полюсомъ и одноименнымъ полярнымъ кругомъ, во время солнцестояній, солнце вовсе не показывается нѣсколько дней надъ горизонтомъ или нѣсколько дней не заходитъ. Меридіональныя высоты солнца тѣмъ меньше, чѣмъ мѣсто ближе къ полюсамъ.

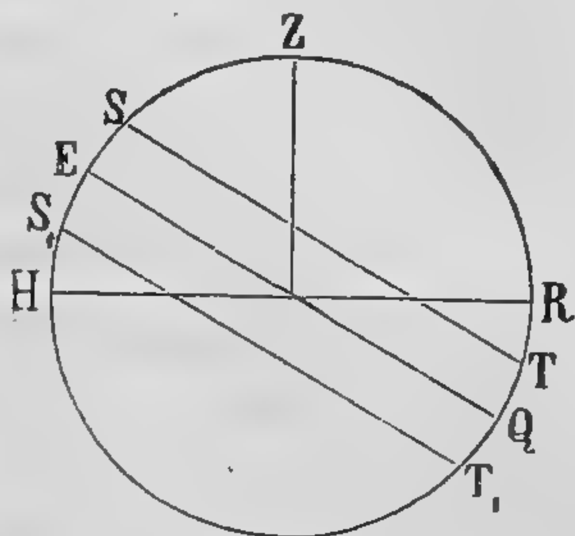
Опредѣлить меридіональную высоту солнца, во время лѣтняго солнцестоянія, для точки, которой географическая широта равна 85^0?

Во время равноденствій, ось земли лежитъ на свѣтораздѣльной плоскости; поэтому центръ солнца находится въ горизон-

тахъ полюсовъ; во время лѣтняго солнцестоянія, наибольшая высота солнца на географическихъ полюсахъ равна 23°28′. Здѣсь полгода продолжается день и полгода—ночь.

Вывести эти заключенія изъ построенія на небесной сферѣ.

34. **Умѣренные пояса.**—Разсмотримъ одну изъ широтъ, напримѣръ, 55°45′, на которой лежитъ Москва, причемъ нижеслѣдующія заключенія можно выводить изъ дѣйствительнаго движенія земли (фиг. 37) или кажущагося движенія солнца по небесной сферѣ (фиг. 41); мы примѣнимъ наши сужденія къ послѣднему. Во время весенняго равноденствія, день равенъ ночи. Такъ какъ солнце бываетъ тогда на экваторѣ EQ, то зенитное разстояніе солнца равно широтѣ мѣста, а меридіональная высота—дополненію до 90° широты мѣста, т. е. 34°15′; потомъ, меридіональная высота возрастаетъ и какъ разъ настолько же, насколько увеличивается его склоненіе; вмѣстѣ съ послѣднимъ, она достигаетъ въ лѣтнее солнцестояніе наибольшей величины. Въ эту пору зенитное разстояніе солнца равно разности дугъ EZ, т. е. 55°45′—23°28′=32°17′, а SH полуденная высота 57°43′. Потомъ меридіональная высота уменьшается и въ осеннее равноденствіе имѣетъ ту же величину, какъ и въ весеннее. Въ зимнее солнцестояніе S_1Z зенитное разстояніе равно EZ широтѣ мѣста, сложенной съ S_1E южнымъ склоненіемъ солнца, то есть 55°45′+23°28′ или 79°13′, а S_1H полуденная высота—10°47′.

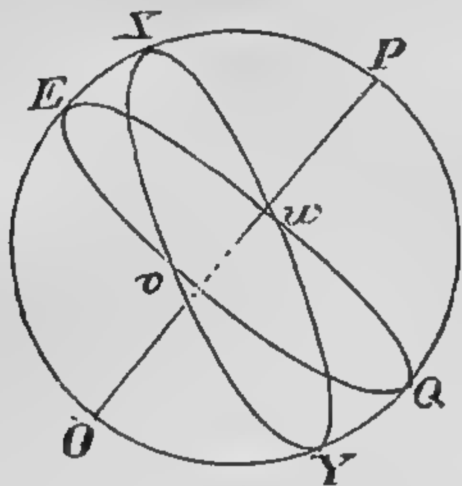


Фиг. 41.

Въ промежутокъ времени отъ весенняго и осенняго равноденствія, весною и лѣтомъ, географическая параллель Москвы (фиг. 37) раздѣляется свѣтораздѣльною плоскостью на неравныя части: большую—освѣщенную и малую—неосвѣщенную. Наиболѣе они различаются въ лѣтнее солнцестояніе. Тогда въ Москвѣ самый длинный день, продолжающійся 17 ч. 35 мин. Во время осенняго равноденствія, день равенъ ночи. Отъ осенняго до весенняго равноденствія суточная параллель Москвы дѣлится свѣтораздѣльною плоскостью на двѣ неравныя части: мень-

шую—освѣщенную и большую—неосвѣщенную; отъ этого день короче ночи, и наименьшій день бываетъ въ зимнее солнцестояніе, продолжающійся 7 часовъ.—Тѣ же заключенія не трудно вывести изъ фиг. 41.

35. **Эклиптика.**—Вслѣдствіе поступательнаго движенія земли по орбитѣ, наблюдателю, не замѣчающему собственнаго движенія, кажется, что солнце отступаетъ отъ запада къ востоку; иными словами, прямое восхожденіе солнца постоянно возрастаетъ въ продолженіи года, измѣняясь на 360⁰. 9-го марта оно равно нулю. Вслѣдствіе неперпендикулярности земной оси къ орбитѣ, измѣняется также и склоненіе солнца между— 23⁰28′ и +23⁰28′. Поэтому, солнце въ разные моменты года бываетъ въ разныхъ точкахъ небесной сферы. Такъ какъ центръ земли остается на одной и той же плоскости, то и видимыя мѣста солнца на небесной сферѣ $PQOE$ (фиг. 42) лежатъ въ одной плоскости, проходящей чрезъ центръ небесной сферы, и, слѣдовательно, на окружности ея большого круга XY. Большой кругъ небесной сферы, проходящій чрезъ видимыя мѣста солнца на небесной сферѣ, называется *эклиптикой* [1]). Окружности эклиптики и экватора пересѣкаются на небесной сферѣ въ двухъ точкахъ весенняго v и осенняго w равноденствій. Такъ какъ эклиптика параллельна плоскости земной орбиты, а небесный экваторъ параллеленъ земному, то уголъ, составленный эклиптикой и небеснымъ экваторомъ, равенъ углу, образованному плоскостями орбиты и экватора земли, т. е. 23⁰28′.



Фиг. 42.

36. **Широта и долгота свѣтила.**—Двѣ точки сферы небесной, отстоящія на 90⁰ отъ эклиптики, называются *полюсами эклиптики*. Сѣверный полюсъ находится въ созвѣздіи Дракона. Большой кругъ, проведенный чрезъ полюсы эклиптики (слѣдовательно къ ней перпендикулярный) и чрезъ свѣтило, называется *кругомъ широты*. *Долгота свѣтила* есть уголъ при полюсѣ эклиптики

---

[1]) Греч. ἡ ἔκλειψις ([illegible]) затменіе, потому что затменія бываютъ только тогда, когда луна проходитъ чрезъ эклиптику.

между кругомъ широты, проходящимъ чрезъ точку весенняго равноденствія, и кругомъ широты, проходящимъ чрезъ свѣтило; она измѣряется дугой эклиптики между точкой весенняго равноденствія и кругомъ широты свѣтила и считается къ востоку.

Широта свѣтила есть его разстояніе сѣверное или южное отъ эклиптики, считаемое по кругу широты свѣтила.

Долгота отличается отъ прямого восхожденія тѣмъ, что отсчитывается по эклиптикѣ, а не по экватору; широта же отличается отъ склоненія тѣмъ, что считается отъ эклиптики, а не отъ экватора.

Долгота и широта свѣтила не наблюдаются прямо, но вычисляются по прямому восхожденію и склоненію, причемъ надо знать наклонность эклиптики къ экватору.

37. **Зодіакъ.**— Поясъ небесной сферы 16^0 ширины, 8^0 по обѣ стороны отъ эклиптики, называется *зодіакомъ* (греч. ζῳδιακός прилаг. отъ ζῴδιον, уменьшит. отъ ζῷον животное; дополнить κύκλος кругъ; значитъ животный кругъ), потому что созвѣздія въ немъ суть фигуры животныхъ. Древніе приняли такую ширину, потому что луна и извѣстныя тогда планеты не удаляются болѣе 8^0 отъ эклиптики. Этотъ поясъ раздѣленъ на 12 равныхъ частей двѣнадцатью дугами большихъ круговъ, перпендикулярныхъ въ эклиптикѣ, начиная отъ точки весенняго равноденствія. Каждая изъ этихъ частей называется *знакомъ зодіака*. Солнце послѣдовательно проходитъ 12 знаковъ зодіака; время прохожденія чрезъ каждый знакъ приблизительно равно мѣсяцу.

Древніе назвали знаки зодіака по созвѣздіямъ, которыя они заключаютъ и которыя суть *зодіакальныя созвѣздія,* а именно:

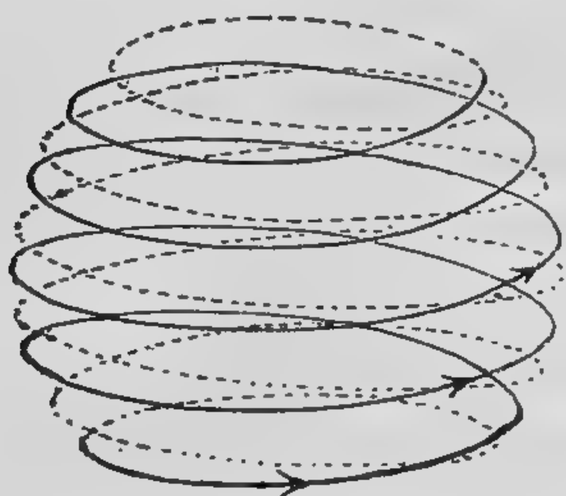
Sunt: Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Суть: Овенъ, Телецъ, Близнецы, Ракъ, Левъ, Дѣва и Вѣсы, Скорпіонъ, Стрѣлецъ, Козерогъ, Водолей, Рыбы.

Солнце проходитъ эти двѣнадцать созвѣздій, и прежде прохожденіе солнца чрезъ эти созвѣздія совпадало съ его прохожденіемъ чрезъ одноименные знаки. Въ настоящее время вслѣдствіе процессіи [1]) знаки зодіака не совпадаютъ съ одноимен-

ными созвѣздіями. Такъ, во время весенняго равноденствія, когда солнце входитъ въ знакъ Овна, оно находится еще въ созвѣздіи Рыбъ.

Вслѣдствіе вращательнаго движенія земли на оси солнце, участвуя въ кажущемся суточномъ движеніи небесной сферы, описываетъ суточную параллель; кромѣ того, двигаясь по самой небесной сферѣ, оно описываетъ окружность эклиптики. Отъ этого происходитъ сложное движеніе, такъ что суточный путь солнца не совпадаетъ ни съ одной суточной параллелью; этотъ путь есть двойная спиральная линія (фиг. 43), которой половина лежитъ въ сѣверномъ и половина въ южномъ полушаріи небесной сферы. По оборотамъ спирали, обозначеннымъ на фигурѣ непрерывными линіями, солнце подымается изъ южнаго полушарія въ сѣверное, а по пунктирнымъ движется въ обратную сторону. Всѣхъ оборотовъ двойной спирали болѣе 365, хотя на фигурѣ показано (для ясности) несравненно менѣе.


Фиг. 43.

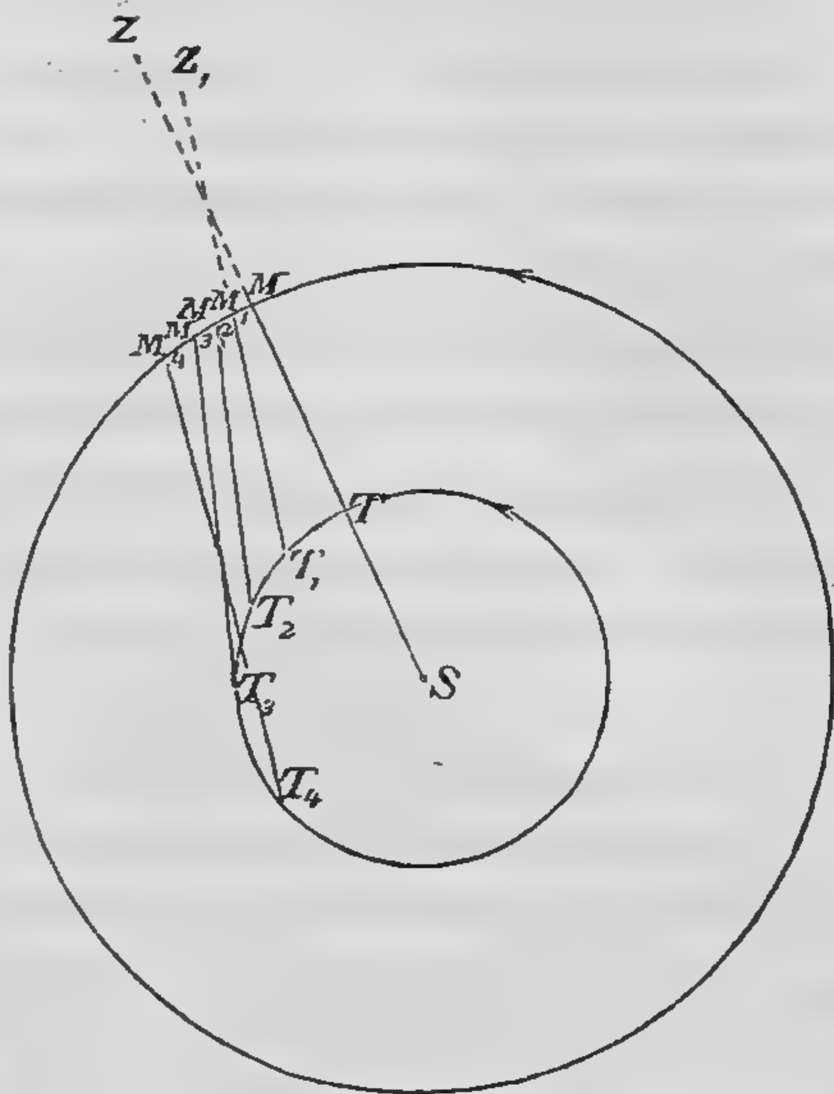
38. **Объясненіе видимаго движенія планетъ по системѣ Коперника.**—Плоскости планетныхъ орбитъ, пересѣкаясь въ центрѣ солнца, весьма мало наклонены одна къ другой. Для простоты послѣдующаго изложенія, мы допустимъ, что эти плоскости совпадаютъ съ плоскостью земной орбиты; сущность явленій отъ этого почти не измѣнится.

Планеты, которыхъ орбиты заключены внутри земной орбиты, называются *нижними:* сюда принадлежатъ Меркурій и Венера. Орбиты прочихъ планетъ, называемыхъ *верхними,* объемлютъ орбиту земли.

Описывая суточныя параллели, подобно звѣздамъ, планеты имѣютъ еще *особенныя движенія* по небесному своду; иногда планета движется по направленію годового движенія солнца, т. е. съ *З* на *В*, иногда останавливается, потомъ начинаетъ двигаться въ противоположную сторону, причемъ скорость планеты измѣняется.

Не видя никакого порядка въ видимомъ движеніи этихъ свѣ-

тилъ. древніе наблюдатели назвали ихъ *планетами,* или блуждающими тѣлами. По системѣ Коперника, эти запутанныя явленія вполнѣ объясняются относительными движеніями земли и планетъ.



Фиг. 44.

Пусть S (фиг. 44) изображаетъ солнце, T—землю и M одну изъ планетъ, наприм. Марса, и предположимъ, что центры всѣхъ трехъ тѣлъ лежатъ на одной прямой линіи MTS. Спустя нѣсколько времени, земля перейдетъ въ T_1, описавъ дугу T_1T, а Марсъ—въ M_1, но пространство, пройденное имъ, MM_1, будетъ TT_1, потому что, чѣмъ планета дальше отъ солнца, тѣмъ скорость ея менѣе. Если видимое изъ T положеніе Марса M было противъ звѣзды Z, то изъ T_1—оно окажется противъ другой звѣзды Z_1, находящейся на *западѣ* отъ Z; слѣдовательно, кажущееся движеніе Марса будетъ *обратное* съ движеніемъ солнца. При переходѣ земли изъ T_1 въ T_2, а Марса—изъ M_1 въ M_2, послѣдній продолжаетъ отступать на $З$. Если бы случилось, что центры обѣихъ планетъ расположились на прямой линіи M_3T_3, параллельной M_2T_2, то Марсъ въ продолженіи нѣкотораго времени казался бы *остановившимся* на одной и той же точкѣ небесной сферы. Начиная съ этого момента, при переходѣ земли изъ T_3 въ T_4, а Марса изъ M_3 въ M_4, прямая линія M_4T_4, ихъ соединяющая, вращается въ противоположную сторону, и планета кажется перемѣстившеюся въ $В$ или, какъ говорятъ, принимаетъ *прямое движеніе.* Продолжая разсуждать подобнымъ образомъ далѣе, мы убѣдимся, что при нѣкоторомъ положеніи земли и Марса послѣдній покажется остановившимся, потомъ приметъ обратное движеніе, опять остановится и т. д. Тѣ же сужденія, за не большими измѣненіями, можно приложить и ко всѣмъ прочимъ планетамъ.

Планета находится въ *соединеніи* съ солнцемъ, когда она въ томъ же направленіи, гдѣ и солнце; въ *противостояніи* когда въ противоположномъ направленіи; она восходитъ тогда, когда солнце заходитъ, и обратно. Если, когда планета въ соединеніи съ солнцемъ, она находится между землею и солнцемъ, то соединеніе называется *нижнимъ;* если же позади солнце, то *верхнимъ*. Нижнія планеты не имѣютъ противостояній, а верхнія планеты не имѣютъ нижнихъ соединеній.

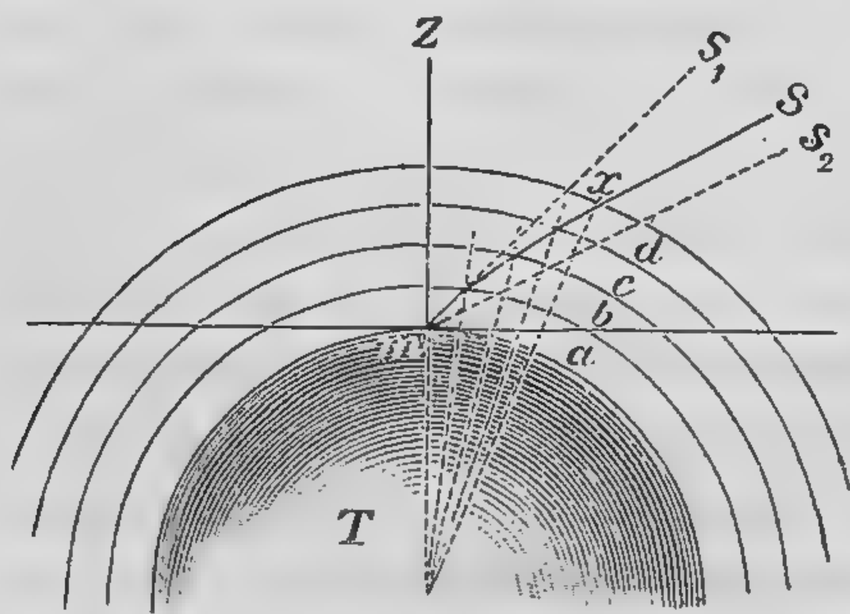
39. **Обороты планетъ.**—*Сидерическимъ,* т. е. *звѣзднымъ оборотомъ* планеты называется время ея обращенія вокругъ солнца отъ одной звѣзды опять къ той же самой звѣздѣ. *Синодическій оборотъ* (отъ греч. σύν съ, ὁδός путь) есть время между двумя послѣдовательными соединеніями планеты съ солнцемъ.

Пусть S синодическій оборотъ планеты R звѣздный оборотъ ея и E звѣздный оборотъ земли, т. е., звѣздный годъ. Очевидно, что *синодическая скорость* $\frac{360^0}{S}$ *планеты равна различности звѣздныхъ скоростей* $\frac{360^0}{P}$ и $\frac{360^0}{E}$ *планеты и земли.*

Изъ наблюденій опредѣляется только синодическій оборотъ; звѣздный же оборотъ вычисляется по предшествующей формулѣ.

VII.

40. **Астрономическая рефракція.**—Лучи свѣта, прежде чѣмъ достигнуть земной поверхности, должны пройти чрезъ атмосферу; здѣсь они преломляются, и отъ того свѣтила кажутся выше своего дѣйствительнаго положенія. Это явленіе называется *астрономической рефракціей.* Пусть T (фиг. 45) изображаетъ землю; представимъ себѣ атмосферу состоящею изъ множества концентрическихъ слоевъ $a,\ b,\ c,\ d,$ и предположимъ, что плотность воздуха въ одномъ и томъ же слоѣ одинакова, но при переходѣ отъ одного слоя къ другому



Фиг. 45.

измѣняется, возрастая по мѣрѣ приближенія къ землѣ. Лучъ свѣта S, вступая изъ пустого пространства въ атмосферу, преломляется, приближаясь къ перпендикуляру, возставленному съ поверхности, ограничивающей земную атмосферу, въ точкѣ паденія луча; переходя изъ какого либо слоя d атмосферы въ слой c, ниже лежащій, или изъ c въ b, изъ b въ a, онъ также приближается къ линіи, перпендикулярной къ поверхности, разграничивающей слои, потому что, съ увеличеніемъ плотности воздуха, увеличивается его преломляющая способность. Если атмосфера въ покоѣ, то слои воздуха различной плотности параллельны поверхности земли, а перпендикуляры къ нимъ въ точкахъ паденія луча суть отвѣсныя линіи.

Такъ какъ плотность возрастаетъ непрерывно сверху книзу, то необходимо допустить, что слои a, b, c, d, безконечно тонки, а потому путь xm луча въ атмосферѣ есть кривая линія, обращенная выпуклостью кверху. Если бы земной атмосферы не существовало, то наблюдатель m увидѣлъ бы свѣтило по направленію линіи mS_2, которую по причинѣ отдаленности небесныхъ свѣтилъ можно считать параллельной лучу Sx; въ дѣйствительности наблюдатель m увидитъ то же свѣтило по направленію прямой линіи mS_1, касательной къ кривой mx въ точкѣ m.

Такимъ образомъ, свѣтило покажется выше своего дѣйствительнаго положенія на уголъ S_1mS_2, который называется угломъ астрономической рефракціи или просто астрономической рефракціей.

Если свѣтило находится въ зенитѣ x, то лучи достигаютъ наблюдателя, не преломляясь. Чѣмъ менѣе высота свѣтила, тѣмъ углы паденія луча болѣе и тѣмъ болѣе преломленіе. Поэтому, съ увеличеніемъ зенитнаго разстоянія, атмосферная рефракція возрастаетъ и достигаетъ въ горизонтѣ своей наибольшей величины 35′.

Чтобы получить истинную высоту свѣтила, должно изъ наблюденной вычесть астрономическую рефракцію. Для этого составлены таблицы, основанныя частью на астрономическихъ наблюденіяхъ, частью на законахъ измѣненія показателя преломленія воздуха въ зависимости отъ давленія и температуры.

Вслѣдствіе преломленія лучей солнца въ атмосферѣ, увеличивается продолжительность дня. Такъ какъ угловой діаметръ

солца, приблизительно, равенъ наибольшей величинѣ рефракціи то въ тотъ моментъ, когда солнце при восходѣ или заходѣ касается, повидимому, нижнимъ краемъ своимъ горизонта, оно въ дѣйствительности находится подъ горизонтомъ, касаясь послѣдняго только верхнимъ своимъ краемъ.

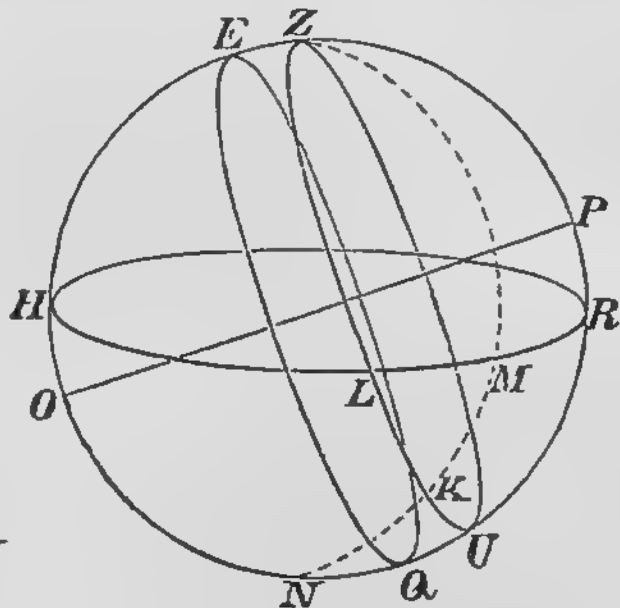
Чѣмъ менѣе уголъ, составляемый горизонтомъ съ суточными параллелями солнца, тѣмъ болѣе увеличеніе дня отъ астрономической рефракціи. Въ полярныхъ странахъ непрерывный день увеличивается на нѣсколько сутокъ и даже недѣль. Подобнымъ образомъ увеличивается пребываніе надъ горизонтомъ луны и другихъ свѣтилъ.

Когда солнце или луна находится вблизи горизонта, то лучи, исходящіе отъ нижнихъ краевъ ихъ, сильнѣе преломляются, нежели отъ верхнихъ, и свѣтила эти кажутся сплюснутыми по вертикальному направленію.

Лучи, испускаемые земными тѣлами, преломляются въ атмосферѣ подобно лучамъ свѣтилъ; отъ этого, отдаленные предметы кажутся, хотя и весьма мало, выше своего дѣйствительнаго положенія. Это явленіе называется *земной рефракціей.*

41. **Заря; сумерки.**—Послѣ заката солнца, лучи его еще освящаютъ верхніе слои атмосферы и облака и разсѣиваются потомъ во всѣ стороны; отъ этого, западная сторона небеснаго свода кажется еще свѣтлою, и, послѣ дневнаго свѣта, темнота наступаетъ не тотчасъ, но спустя нѣкоторый промежутокъ времени. Равнымъ образомъ, задолго до восхода солнца восточная сторона свѣтлѣетъ. Это явленіе называется *зарею* утреннею или вечернею. Продолжительность зари называется *сумерками* утренними и вечерними. Чѣмъ воздухъ прозрачнѣе, тѣмъ менѣе лучей разсѣивается, тѣмъ заря менѣе ярка, и тѣмъ сумерки короче. Присутствіе въ атмосферѣ легкихъ облаковъ, увеличивающихъ количество разсѣяннаго свѣта, дѣлаетъ зарю ярче и сумерки продолжительнѣе. Поэтому, нельзя съ точностію опредѣлить моментъ померканія зари. Принято считать сумерки окончившимися, если появились звѣзды 6-й величины, а это бываетъ для умѣренныхъ поясовъ въ ту пору, когда солнце опустится подъ горизонтъ на 18^0. Точно такъ же, утреннія сумерки начинаются, когда солнце приблизится къ горизонту на 18^0. Для

тропическаго пояса должно принять, по причинѣ чрезвычайной прозрачности воздуха, число 16^0 вмѣсто 18^0. Кромѣ прозрачности воздуха на продолжительность сумерокъ оказываетъ еще большое вліяніе наклоненіе горизонта къ суточнымъ параллелямъ. Пусть $PQHE$ (фиг. 46) небесная сфера. HR—горизонтъ даннаго мѣста, ZU—суточная параллель солнца. Проведемъ вертикальный кругъ ZMN, чтобы дуга его MK, заключенная между суточною параллелью и горизонтомъ, равнялась 18^0. Сумерки будутъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока солнце описываетъдугу LK суточной параллели. Очевидно, чѣмъ менѣе острый уголъ, составляемый экваторомъ и горизонтомъ, или чѣмъ болѣе высота полюса, или, что все равно, чѣмъ мѣсто земной поверхности лежитъ ближе къ географическому полюсу, тѣмъ болѣе дуга LK и тѣмъ, слѣдовательно, сумерки продолжительнѣе. На горизонтахъ земного экватора, плоскости суточныхъ параллелей солнца отвѣсны; поэтому, дуга LK — самая короткая, и сумерки имѣютъ наименьшую продолжительность. Вообще, въ тропическихъ странахъ почти немедленно по захожденіи солнца наступаетъ ночь. Чѣмъ болѣе широта мѣста, тѣмъ дуга LK длинѣе и тѣмъ сумерки продолжительнѣе. На полюсахъ, сумерки продолжаются нѣсколько недѣль. Если бы случилось, что, во время нижней кульминаціи, солнце было удалено отъ горизонта на дугу RU, равную 18^0, то сумерки продолжались бы всю ночь, такъ какъ дуга PQ равна 90^0; то



Фиг. 46.

$$PR+18^0+UQ,=90^0 \dots (P)$$

отсюда

$$UQ=72^0-PR$$

Если дуга UQ, которая есть ни что иное, какъ склоненіе солнца, равна или болѣе разности 72^0 и высоты RP полюса, то сумерки продолжаются всю ночь. Для Петербурга напримѣръ, $PR=59^0\ 57'$. Слѣдовательно въ теченіе всего времени, когда склоненіе солнца равно или болѣе 72^0 безъ $59^0\ 57'$ или $12^0\ 3'$,

заря не прерывается всю ночь. Такимъ образомъ, въ Петербургѣ съ 10 апрѣля по 10 августа ночей не бываетъ.

Наибольшее склоненіе солнца равно $23^0\ 28'$; подставивъ эту величину на мѣсто UQ въ уравненіи (P), найдемъ:

$$PR = 90^0 - 18^0 - 23^0\ 28' = 48^0\ 32'.$$

Итакъ, для широты $48^0 32'$ непрерывная заря можетъ быть только во время лѣтняго солнцестоянія. Для широтъ меньшихъ $48^0 32'$ непрерывныхъ сумерокъ вовсе не бываетъ.

42. **Аберрація** [1] **звѣздъ.**—Если мы находимся на палубѣ быстро движущагося среди моря парохода, въ совершенно тихую погоду, и въ то же время идетъ вертикальный дождь, то, не замѣчая нашего собственнаго движенія, мы припишемъ падающимъ отвѣсно каплямъ дождя еще горизонтальную скорость, равную и противоположную скорости парохода. Пусть пароходъ движется по линіи AB (фиг. 47) отъ A къ B, и пусть капля дождя c, падая равномѣрно, пробѣгаетъ каждую секунду пространство cd. Приложимъ къ c скорость ch, равную скорости парохода, но только въ противную сторону. Наблюдателю покажется, что капля дождя, обладая двумя скоростями, движется по діагонали cg параллелограмма, построеннаго на скоростяхъ ch и cd. Такимъ образомъ, отвѣсный дождь представится наклоненнымъ въ сторону, противоположную движенію судна. Вообще, дождь, какое бы направленіе онъ не имѣлъ, покажется наблюдателю, не замѣчающему своего движенія, отклоненнымъ отъ дѣйствительнаго направленія въ сторону, противоположную движенію самого наблюдателя.

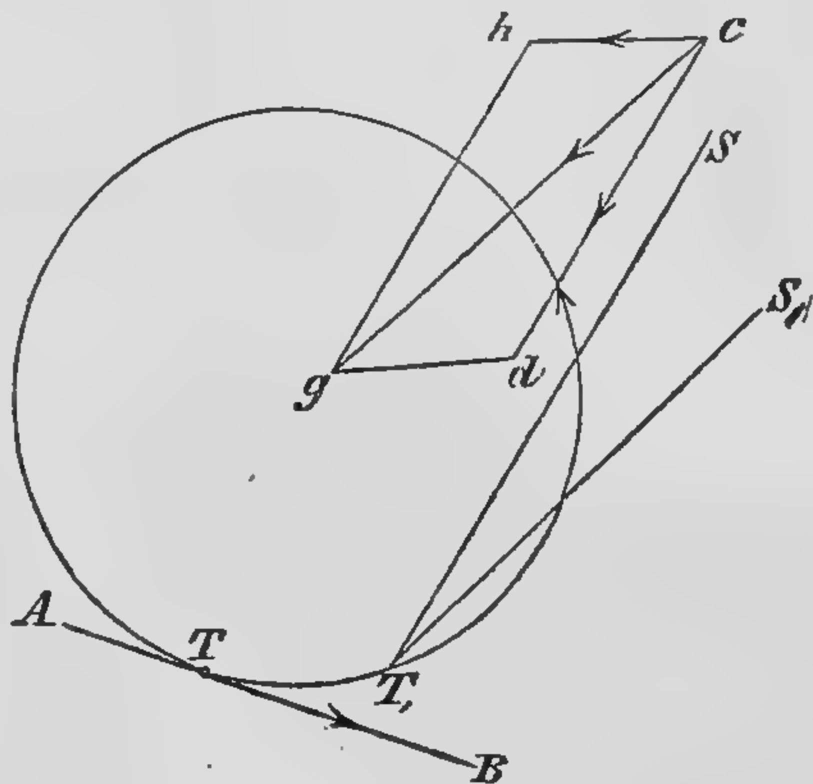


Фиг. 47.

Подобное явленіе представляетъ сочетаніе скоростей свѣта и движенія земли по ея орбитѣ. Пусть центръ земли былъ въ нѣкоторое мгновеніе въ T (фиг. 48) и чрезъ секунду въ T_1; тогда, безъ ощутительной погрѣшности, дугу TT_1 можно принять за прямую линію, равную скорости поступательнаго движенія земли

[1]) Ab—errare—уклоняться.

или, какъ извѣстно, 30 килом. Лучъ свѣта c пробѣгаетъ каждую секунду пространство cd=300000 килом. Кромѣ того, наблюдатель, движущійся вмѣстѣ съ землею, припишетъ лучу скорость ch, въ противную сторону и равную 30 килом. Слѣдовательно, лучъ будетъ имѣть по видимому скорость cg, равную діагонали параллелограмма $chgd$, и наблюдатель находящійся въ T_1 увидитъ свѣтило S по направленію T_1S_1, параллельному gc, между тѣмъ какъ въ дѣйствительности свѣтило находится въ направленіи T_1S_1 параллельномъ лучамъ cd. Уголъ ST_1S_1 или равный ему hgc называется *аберраціею* звѣздъ. По причинѣ огромной скорости свѣта, сравнительно со скоростію поступательнаго движенія земли, этотъ уголъ весьма малъ и не превосходитъ 20″, Звѣзды, расположенныя на линіи AB касательной въ орбитѣ, въ той ея точкѣ T, гдѣ находится земля, не имѣютъ, очевидно. никакой аберраціи, а наибольшею аберраціею обладаютъ звѣзды, расположенныя въ плоскости, проходящей чрезъ точку Z перпендикулярно къ касательной линіи AB.



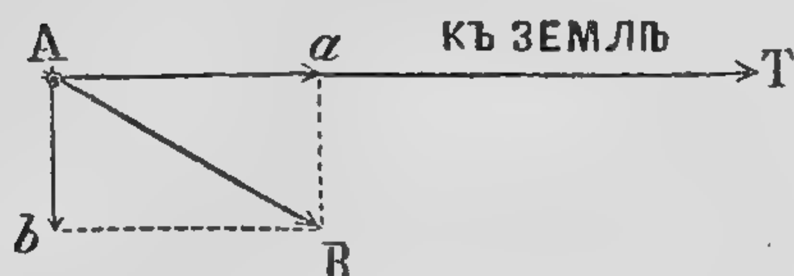
Фиг. 48.

Отъ вращенія земли на оси также происходитъ аберрація суточная, которая, впрочемъ по причинѣ малой скорости точекъ земной поверхности, не превышаетъ 0″,3.

43. **Собственное движеніе звѣздъ и солнечной системы.**— Если мы наблюдаемъ небо только не вооруженнымъ глазомъ, то кажется, что созвѣздія во всѣ времена сохраняютъ тотъ же видъ и тѣ же размѣры; слѣд., звѣзды сохраняютъ свое относительное положеніе. Поэтому звѣзды и были названы неподвижными. Точныя и продолжительныя наблюденія показали однако, что звѣзды имѣютъ свое собственное движеніе, которое происходитъ по дугамъ большихъ круговъ небесной сферы равномѣрно. Наибольшее движеніе имѣетъ звѣзда 1830 (т. е.,

№ 1830 въ каталогѣ около полярныхъ звѣздъ Грумбриджа) Грумбриджа, именно, 8″ въ годъ.

Когда звѣзда перемѣщается дѣйствительно отъ A къ B (фиг. 49) то намъ съ земли T будетъ казаться, что звѣзда перешла изъ A въ b. Угловая величина Ab есть составляющая, лежащая въ плоскости, касательной къ небесной сферѣ; о другой составляющей, направленной по лучу зрѣнія AT отъ звѣзды къ землѣ, мы скажемъ ниже. Величина составляющей скорости, перпендикулярной къ лучу зрѣнія, для Сиріуса 17 километровъ въ секунду, для α Центавра 23 километра. Эти скорости суть одного порядка со скоростью земли (30 километровъ) въ ея движеніи вокругъ солнца.



Фиг. 49.

Такое движеніе можетъ происходить или отъ дѣйствительнаго движенія звѣздъ, или отъ того, что движется въ пространствѣ солнце со всѣми тѣлами, около него вращающимися, а звѣзды пребываютъ въ покоѣ, или наконецъ отъ того и другого вмѣстѣ. Если предположить, что солнце въ покоѣ, то собственное движеніе звѣздъ должно имѣть относительно земного наблюдателя всевозможныя направленія, ибо нѣтъ повода думать, почему бы звѣздамъ слѣдовало двигаться въ одну сторону предпочтительно предъ другими. Если звѣзды неподвижны, а движется солнечная система, то кажущееся движеніе неподвижныхъ звѣздъ будетъ совершаться въ нѣкоторомъ опредѣленномъ порядкѣ; подобное движеніе представляютъ деревья, когда мы идемъ лѣсомъ: одни деревья повидимому, раздвигаются, другія сходятся, а иныя, лежащія по направленію нашего движенія, не измѣняютъ своего положенія. Наблюдаемыя движенія звѣздъ не подходятъ ни подъ одно изъ сдѣланныхъ предположеній.

Слѣдовательно, необходимо заключить, что какъ звѣзды, такъ и солнце имѣютъ собственное движеніе. Собственное движеніе солнца направлено къ точкѣ въ созвѣздіи Геркулеса. имѣющей прямое восхожденіе 270° и склоненіе +30°; скорость этого движенія близка къ 30 километрамъ, скорости движенія земли вокругъ солнца.

Можетъ быть, удастся со временемъ опредѣлить кривизну траэкторіи солнца; нынѣ возможно только опредѣлить направленіе касательной къ этой траэкторіи и величину скорости.

VIII.

44. **О спутникахъ.**—Около нѣкоторыхъ планетъ вращаются спутники или луны, въ плоскостяхъ, проходящихъ чрезъ центръ планеты. Направленіе ихъ движенія, за исключеніемъ спутниковъ Урана, то же самое, что и вращательнаго движенія планетъ на ихъ осяхъ и поступательнаго по орбитамъ.

Законы планетныхъ движеній Кеплера справедливы въ приложеніи къ спутникамъ, но конечно третій законъ имѣетъ мѣсто только въ томъ случаѣ, когда вокругъ планеты вращаются нѣсколько спутниковъ. Такимъ образомъ, къ спутнику земли приложимы только два первые закона. Луна движется по эллипсу, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится центръ земли; ближайшая точка эллипса къ центру земли называется *перигеемъ* [1]), а наиболѣе отдаленная *апогеемъ* [2]). Площади, описанныя радіусомъ векторомъ, пропорціальны временамъ.

Движеніе спутника сложнѣе движенія планеты, потому что фокусъ его орбиты не остается въ покоѣ, но въ свою очередь движется поступательно вокругъ солнца.

Отъ этого путь спутника въ пространствѣ не можетъ быть замкнутою кривою линіей, а будетъ кривая линія, пересѣкающая орбиту планеты очень плоскими изгибами и обращенная къ солнцу всегда выпуклою стороной.

45. **Обороты сидерическій и синодическій.** -Время оборота луны около земли, когда луна возвращается опять къ той же звѣздѣ, называется *сидерическимъ* или звѣзднымъ *мѣсяцемъ* и равно 27 суткамъ. По причинѣ такой непродолжительности оборота, луна быстро перемѣщается по небесной сферѣ, измѣняя свое положеніе относительно неподвижныхъ звѣздъ. Такъ какъ въ 27 сутокъ она, повидимому, описываетъ на небесной сферѣ полную окружность, то прямое восхожденіе ея ежедневно увели-

---

[1]) περί близь и γῆ земля.

[2]) ἀπό далеко.

чивается на $\frac{360^0}{27}$, т. е. на $13^0 20'$. Солнце подобно лунѣ, перемѣщается кажущимся образомъ по небесному своду къ востоку, хотя и медленнѣе ея; поэтому, относительное положеніе обоихъ свѣтилъ на небесной сферѣ измѣняется. Отсюда ясно: если луна, солнце и нѣкоторая неподвижная звѣзда проходили въ какой-нибудь день чрезъ меридіанъ даннаго мѣста, то на другой день звѣзда пройдетъ ранѣе, потомъ солнце и наконецъ луна. На слѣдующій день разности въ прохожденіяхъ еще болѣе увеличатся. Чрезъ 27 сутокъ луна возратится на кругъ склоненія звѣзды, но солнце уклонится къ востоку, и, только спустя нѣкоторый промежутокъ времени, луна догонитъ солнце и придетъ на его кругъ склоненія. Промежутокъ времени, въ продолженіе котораго разность прямыхъ восхожденій, солнца и луны измѣняется на 360⁰, называется *синодическимъ мѣсяцемъ*. То положеніе обоихъ свѣтилъ, когда разность прямыхъ восхожденій равна 0⁰, называется *соединеніемъ*; когда эта разность есть 180⁰ — *противостояніемъ*. Соединеніе и противостояніе называютъ еще *сизигіями* [1]) Пусть S, L и T (фиг. 50) центры солнца, луны и земли; такое положеніе луны, когда уголъ SLT равенъ 90⁰, называется *квадратурою*. По причинѣ отдаленности солнца и незначительности наклоненія къ экватору плоскостей орбитъ луны и солнца, разность прямыхъ восхожденій обоихъ свѣтилъ, во время квадратуръ, равна, приблизительно, 90⁰ и 270⁰.



Фиг. 50.

Вслѣдствіе неравномѣрности движенія луны, продолжительность синодическаго мѣсяца измѣняется, средняя величина его почти 29½ сутокъ, точнѣе 29 сутокъ 11 час. 34 мин. 3 сек.

Луна вслѣдствіе собственнаго движенія въ направленіи, противоположномъ кажущемуся суточному движенію небесной сферы, отстаетъ отъ солнца въ суточномъ движеніи ежедневно, приблизительно, на 50 м.; поэтому, если въ нѣкоторый полдень солнце и луна проходили чрезъ меридіанъ мѣста, то на другой

[1]) Греч. συζυγία (συ ζεύγνυμι сопрягать) сочетаніе, соединеніе.

день луна пройдетъ послѣ солнца, 50-ю минутами позднѣе, въ слѣдующій день 100 м. и т. д.

46. **Узлы.**—Плоскости орбитъ луны и земли составляютъ небольшой уголъ, именно 5°9′. Видимый путь луны на небесной сферѣ пересѣкаетъ эклиптику въ двухъ діаметрально противоположныхъ точкахъ, которые называются *узлами*; тотъ изъ узловъ, въ которомъ луна переходитъ чрезъ эклиптику, приближаясь къ сѣверному полюсу міра, называется *восходящимъ*, а другой—*нисходящимъ*.—Плоскость орбиты луны измѣняетъ свое направленіе; она вращается около прямой линіи, перпендикулярной къ плоскости эклиптики и проходящей чрезъ центръ земли, такъ что узлы перемѣщаются по эклиптикѣ къ западу, описывая полную окружность въ 18,6 года.

47. **Фазы луны.**—Луна есть тѣло почти темное, не имѣющее собственнаго яснаго свѣта, а видима только потому, что лучи солнца достигшіе лунной поверхности, разсѣиваются ею во всѣ стороны. Судя по слабо освѣщенной поверхности луны во время новолунія можетъ быть луна и имѣетъ собственный свѣтъ, но онъ до того слабъ, что вовсе не замѣтенъ для простого глаза. Съ земли бываетъ видна большая или меньшая часть освѣщеннаго полушарія луны, или видно все освѣщенное полушаріе, или же къ намъ обращена темная часть луны. Отъ [1]) этого, луна представляется подъ разными видами или *фазами*.

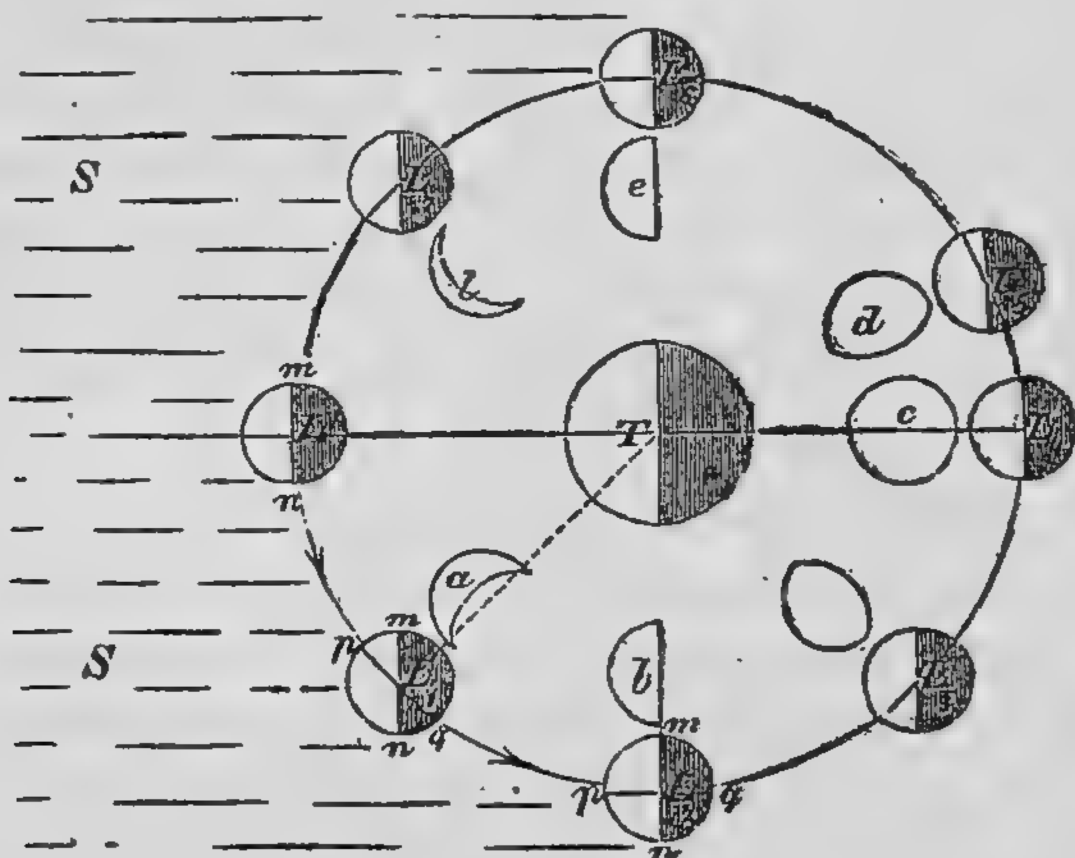
Пусть луна L (фиг. 51) находится въ соединеніи съ солнцемъ; T изображаетъ землю, $L_1L_2L_3L_4$...—лунную орбиту, S—лучи солнца. Для простоты предположимъ, что плоскости орбитъ луны и земли совпадаютъ, что лучи солнца параллельны, и что наблюдатель находится въ центрѣ земли. Наблюдаемыя при такихъ условіяхъ явленія будутъ мало различаться отъ дѣйствительныхъ. Проведемъ чрезъ центръ луны плоскость mn, перпендикулярную къ лучамъ солнца, она отдѣлитъ освѣщенную часть луны отъ неосвѣщенной. Эта плоскость разграничитъ также видимую изъ T часть луны отъ невидимой. Такимъ образомъ, обращенное къ землѣ полушаріе луны L будетъ темное, противоположное полушаріе — свѣтлое. Во всей строгости, для отдѣленія видимой части отъ невидимой, надлежало бы построить

---

[1]) Греч. φάσιc ἡ (отъ глагола φαώ(ν) явленіе, видъ.

коническую поверхность, которой вершина въ T, а производящія линіи касаются поверхности луны.

Когда луна отойдетъ отъ прямой линіи, соединяющей центры солнца и земли, и будетъ находиться въ L_1, то свѣтораздѣльная плоскость mn, перпендикулярная къ лучамъ солнца, и плос-



Фиг. 51

кость pq, перпендикулярная къ прямой L_1T и отдѣляющая видимую часть луны отъ невидимой, совпадать не будутъ; наблюдатель увидитъ изъ центра земли T только часть освѣщеннаго полушарія, и луна представится подъ видомъ серпа a, острія котораго будутъ обращены къ востоку [1]). По мѣрѣ перемѣщенія луны, наблюдатель видитъ все большую и большую часть освѣщеннаго полушарія. Когда луна L_2 находится въ квадратурѣ плоскости mn и pq взаимно перпендикулярны, и луна имѣетъ видъ полукруга b, плоская сторона котораго обращена на востокъ. При дальнѣйшемъ движеніи спутника плоская сторона дѣлается выпуклою. Наконецъ, во время противостоянія луна L_4 представится цѣлымъ свѣтлымъ кругомъ c, потому что тогда обѣ упомянутыя плоскости совпадутъ. Въ L_5 тѣ же плоскости пересѣкаются; мы видимъ свѣтлую часть d, которая имѣетъ видъ неполнаго круга. Когда плоскости mn и pq взаимно перпендикулярны, то луна представляется полукругомъ e, котораго пло-

[1]) Влѣво отъ наблюдателя.

ская сторона обращена на западъ [1]). При переходѣ луны изъ L_6 въ L_7 плоская сторона вдавливается, и, наконецъ, видимая освѣщенная часть луны представляется подъ видомъ серпа котораго рога обращены на западъ. Четыре фазы луны имѣютъ названія: *L*—новолуніе, *b*—первая четверть [2]), *c*—вторая четверть или полнолуніе, *e*—третья четверть. Промежутокъ времени, въ который видимая освѣщенная часть луны становится болѣе, принимая фазы *a*, *b*... до *c*, называется *возрастаніемъ*, періодъ *d*, *e*,...—*ущербомъ*. Около новолунія, луна проходитъ чрезъ меридіанъ вмѣстѣ съ солнцемъ, и самый тонкій серпъ новолунія, по причинѣ яркости лучей солнца, не бываетъ виденъ. Спустя нѣкоторое время, когда луна уклонится къ востоку, она замѣчается на западной сторонѣ горизонта, спустя небольшой промежутокъ времени послѣ заката солнца. Въ полнолуніе, луна въ полночь проходитъ чрезъ меридіанъ; находясь въ ущербѣ,—послѣ полуночи; когда представляется она подъ видомъ тонкаго серпа *e*, то восходитъ незадолго до восхода солнца и, наконецъ, исчезаетъ въ его лучахъ [3]).

48. **Пепельный свѣтъ луны.**—Подобно тому, какъ луна представляетъ земному наблюдателю фазы, такъ и земля должна являться для луннаго наблюдателя подъ различными видами. Во время полнолунія земля обращена къ лунѣ неосвѣщенной своей стороной; въ новолуніе, напротивъ, земля представляется полнымъ свѣтлымъ кругомъ; въ первой и третьей четвертяхъ—полукругомъ. Незадолго и вскорѣ послѣ новолунія, земля отбрасываетъ къ лунѣ солнечные лучи въ наибольшемъ количествѣ и освѣщаетъ темную поверхность луны сѣрымъ или *пепельнымъ* свѣтомъ, который, если воздухъ прозраченъ, можно замѣтить при небольшомъ вниманіи. Вслѣдствіе свойства глаза, по которому яркіе предметы кажутся болѣе темныхъ, серпъ луны имѣетъ

---

[1]) Вправо отъ наблюдателя.

[2]) Потому что тогда луна прошла первую $^1/_4$ своей орбиты.

[3]) Въ первой четверти луна имѣетъ видъ латинской буквы *C*, въ послѣдней четверти—буквы *D*. Отсюда латинскее правило, чтобы узнать въ какой четверта луна. Luna mentitur: *C* rescens decrescit, *D* ecrescens crescit, т. е., Луна лжетъ; возрастающая убываетъ, убывающая возрастаетъ.

повидимому большій діаметръ, нежели пепельная часть; это свойство глаза называется *иррадіаціею* [1]).

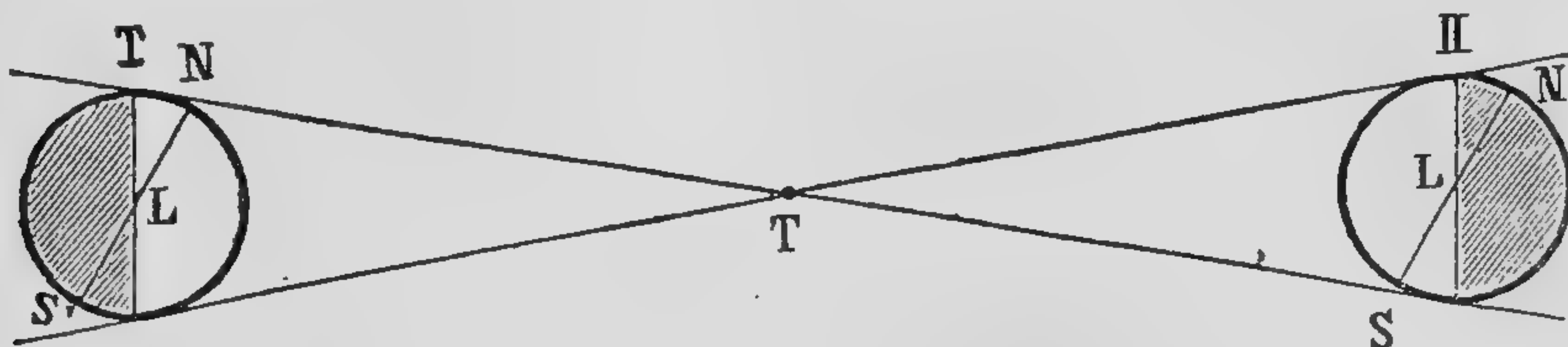
49. **Вращеніе луны.** По причинѣ неодинаковой способности разныхъ точекъ лунной поверхности разсѣивать лучи свѣта, мы замѣчаемъ на лунѣ темныя пятна. Такъ какъ расположеніе и видъ этихъ пятенъ не измѣняются, то слѣдуетъ заключить, что къ намъ всегда обращена одна и таже сторона луны. Отсюда же выходитъ, что луна вращается на оси, перпендикулярной къ ея орбитѣ, и время оборота на оси равно времени обращенія ея вокругъ земли. Слѣдующее уподобленіе уясняетъ это явленіе. Пусть на кругломъ столѣ стоитъ свѣча представляющая намъ землю. Если мы будемъ двигаться вокругъ стола, оставаясь постоянно обращенными лицомъ къ свѣчѣ, то совершивъ полный оборотъ вокругъ стола, мы въ то же время сдѣлаемъ полный поворотъ около вертикальной оси. Если же будемъ смотрѣть на одно и тоже мѣсто стѣны, или вообще на какую нибудь неподвижную точку, не находящуюся на столѣ, то, обойдя столъ, мы не сдѣлаемъ никакого вращенія около оси; но въ тоже время, обходя кругомъ столъ, мы постепенно обратимъ къ свѣчѣ всѣ стороны нашего тѣла. Тоже самое можно сказать и о лунѣ. Если бы въ продолженіи полнаго оборота около земли, мы видѣли луну послѣдовательно со всѣхъ ея сторонъ, то могли бы заключить, что луна около собственной оси не вращается. Въ дѣйствительности, луна постояннно обращена къ землѣ одной и той же стороной; слѣдовательно, луна вращается на оси; перпендикулярной къ плоскости ея орбиты, и время полнаго оборота на оси равно времени полнаго оборота около земли.

50. **Либрація луны.** Вращеніе луны на ея оси равномѣрно, но движеніе около земли неравномѣрно; это даетъ возможность заглянуть на противоположную сторону луны,—на тѣ страны этого свѣтила, которыя лежатъ вблизи обращенной къ намъ стороны луны. Во время наибыстрѣйшаго движенія около земли, т. е. въ перигеѣ, вращательное движеніе отстаетъ отъ поступательнаго; тогда часть восточной стороны луны скрывается отъ зрителя, зато видимая часть на западѣ увеличивается. Когда

[1]) Лат. ir (предлогъ in въ на) и глаголъ radiare испускать лучи, сіять.

скорость движенія луны около земли уменьшается, то отъ зрителя исчезаетъ часть западной стороны, и приращается восточная.

Это явленіе называется либраціей по долготѣ (отъ лат. librare качаться). Въ дѣйствительности ось вращенія луны не



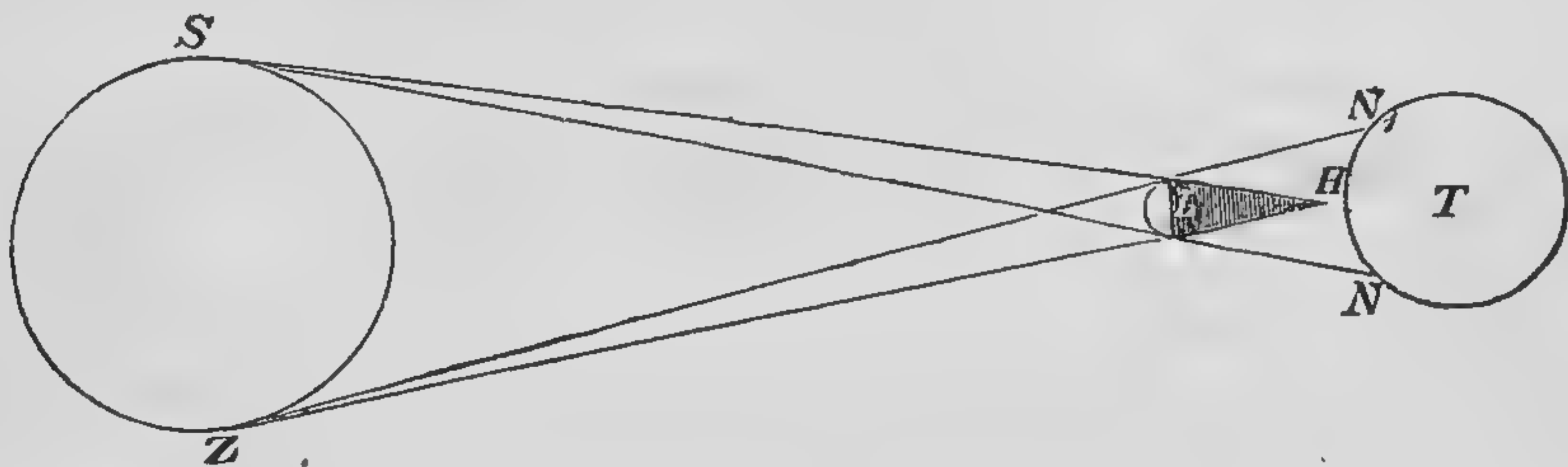
Фиг. 52.

перпендикулярна къ плоскости лунной орбиты, но образуетъ съ нею уголъ около $83^1/_2{}^0$. Отсюда слѣдуетъ, что мы не видимъ всегда одного и того же полушарія луны. Въ фиг. 52 ось вращенія луны NS, T центръ земли, L центръ луны. Изъ T проведены касательныя къ диску луны, отдѣляющія видимую часть луны отъ невидимой. Въ положеніи I сѣверный полюсъ N лежитъ въ видимой части, и мы видимъ еще около него небольшую часть $6^1/_2{}^0$ ширины. Когда чрезъ половину звѣзднаго оборота луна перейдетъ въ положеніе II, тогда полюсъ N невидимъ, а южный полюсъ S виденъ; кромѣ того видна еще часть за нимъ. Это явленіе называется либраціей по широтѣ.

51. **О затменіяхъ**.—Луна и земля, будучи освѣщаемы лучами солнца, отбрасываютъ отъ себя тѣнь и производятъ затменія солнечное и лунное; первое—когда лунная тѣнь упадаетъ на землю, второе—когда луна входитъ въ тѣнь земли. Затменіе можетъ произойти только въ такомъ случаѣ, когда луна находится на прямой линіи, соединяющей центры солнца и земли или вблизи этой линіи. А для этого нужно, чтобы луна была въ соединеніи или противостояніи съ солнцемъ, чтобы въ этомъ положеніи она была въ близи своихъ узловъ.

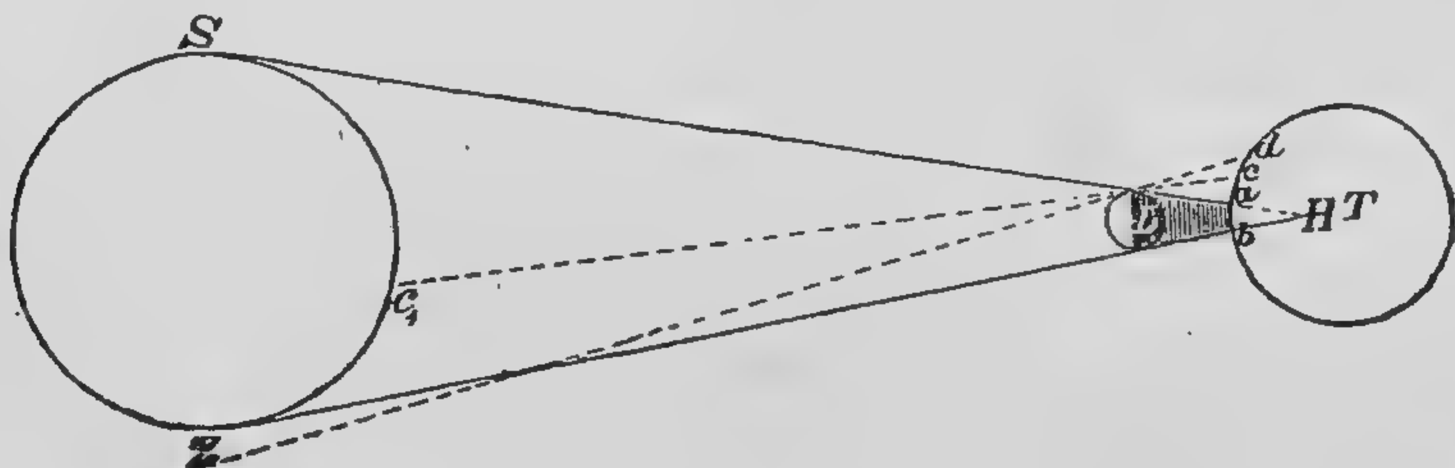
Солнечное затменіе.—Пусть SZ (фиг. 53) изображаетъ солнце T—землю и L луну между ними. Солнце SZ несравненно болѣе луны L; поэтому HL лунная тѣнь имѣетъ видъ конуса, котораго вершина направлена въ сторону, противоположную отъ солнца, т. е. къ землѣ. Полутѣнь NLN_1 есть также конусъ, но

усѣченный и котораго меньшее основаніе L обращено къ солнцу. Солнечныя зетменія возможны около новолунія. Они бываютъ:



Фиг. 53.

полныя, частныя и кольцеобразныя. Во время полнаго затменія, луна совершенно закрываетъ солнце, частнаго—только часть, кольцеобразнаго—когда остаются открытыми только края, такъ что солнце представляется въ видѣ блестящаго кольца. Полное



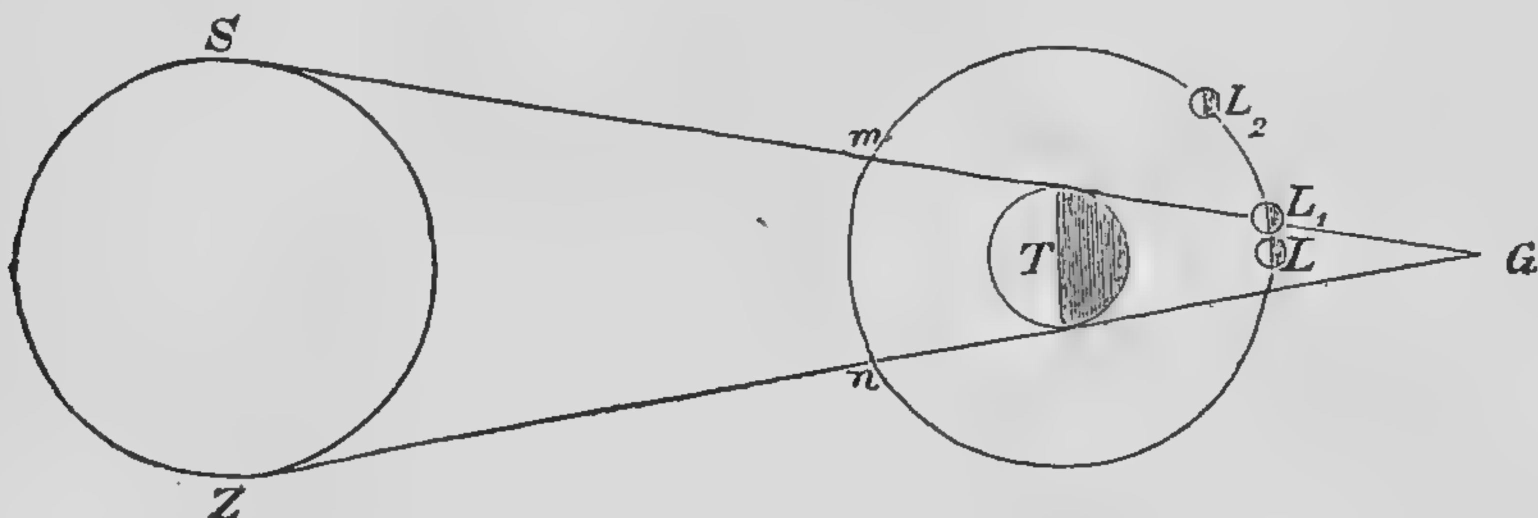
Фиг. 54.

затменіе солнца возможно, если конусъ лунной тѣни LH (фиг. 54) достигаетъ земли. Такъ какъ діаметръ луны и солнца и взаимныя разстоянія луны и земли, и земли солнца извѣстны, то можно показать, что подобное явленіе можетъ быть и не быть. При самомъ маломъ разстояніи между землею и луною (когда луна въ перигеѣ) и наибольшемъ между солнцемъ и землею (когда земля въ афеліи), вершина H конуса входитъ во внутренность земли (фиг. 54); тогда діаметръ ab лунной тѣни на земной поверхности менѣе 250 верстъ. Въ этомъ мѣстѣ земного шара будетъ полное затменіе; съ другихъ точекъ, напр. съ c, наблюдаютъ въ то же время частное затменіе, потому что закрыта только часть солнца c_1Z. Наконецъ, для точки d затменія нѣтъ. Вслѣдствіе измѣненія относительнаго положенія солнца, луны и земли и особенно вращенія земли около оси, тѣнь

пробѣгаетъ по земной поверхности съ запада на востокъ, хотя и не по географической параллели. Отъ этого, разныя фазы затменія, наприм., соприкосновеніе дисковъ солнца и луны снаружи и внутри, начало, конецъ затменія и проч. наступаютъ для различныхъ точекъ земной поверхности въ разное время. Наибольшая продолжительность полнаго солнечнаго затменія для какой либо точки земной поверхности съ небольшимъ 4 м.— Кольцеобразное затменіе солнца бываетъ, когда луна находится въ наибольшемъ разстояніи отъ земли (въ апогеѣ), а земля въ ближайшемъ разстояніи отъ солнца (въ перигеліи); тогда конусъ лунной тѣни (фиг. 53) не достигаетъ земли, такъ что земная поверхность покрывается только полутѣнью, а наблюдателю находящемуся на земной поверхности на прямой линіи, проведенной чрезъ центры солнца и луны, солнце представляется блестящимъ кольцомъ. Въ тоже время, для другихъ мѣстъ земной поверхности, затменіе можетъ быть частнымъ, или даже вовсе не будетъ никагого затменія.

Лунныя затменія.—Лунныя затменія возможны въ полнолуніе. Они бываютъ полныя и частныя. Въ полное затменіе луна L (фиг. 55) совершенно погружается въ тѣнь земли T, въ частное— затмѣвается только часть луны. Такъ какъ земля болѣе луны, то и тѣнь земная TG длиннѣе лунной и далеко уходитъ за лунную орбиту. Діаметръ тѣни въ томъ мѣстѣ, гдѣ она пересѣкается лунной орбитой, гораздо болѣе (въ $2^1/_2$ раза) діаметра луны. Отсюда ясно, что кольцеобразное затменіе луны невозможно, и что каждый разъ, когда центръ луны L, во время противостоянія, лежитъ вблизи линіи, соединяющей центры солнца SZ и земли T, должно происходить полное лунное затменіе. Если луна L далеко отступаетъ отъ этой линіи, то происходитъ частное лунное затменіе, или его вовсе не бываетъ. При этомъ можетъ случиться, что луна попадаетъ въ земную полутѣнь, и тогда свѣтъ ея только частью померкаетъ. Наконецъ, всякое затменіе луны начинается и оканчивается подобнымъ ослабленіемъ свѣта. Лунное затменіе возможно только тогда, когда луна отстоитъ отъ плоскости эклиптики не болѣе 57′, а такая широта луны бываетъ лишь въ тѣхъ случаяхъ, если она не дальше $10^1/_2{}^0$ отъ узла.

Во время солнечнаго затменія луна проходитъ въ пространствѣ *mn* (фиг. 55) конуса *GSZ*, а во время луннаго—въ про-



Фиг. 55.

странствѣ *L* того же конуса. Такъ какъ площадь разрѣза *mn* конуса *SGZ* болѣе площади *L*, то солнечныя затменія должны случаться чаще, что и въ самомъ дѣлѣ наблюдается. Съ другой стороны, каждое лунное затменіе совершается въ одинъ и тотъ же моментъ для всѣхъ точекъ земной поверхности, надъ горизонтомъ которыхъ находится луна, т. е. для цѣлаго полушарія. По мѣстному времени, слѣдовательно, лунное затменіе въ восточныхъ мѣстахъ замѣчается раньше, чѣмъ въ западныхъ. Поэтому уже древніе астрономы пользовались лунными затменіями для опредѣленія разности долготъ. Такъ какъ Луна вступаетъ въ тѣнь съ запада, то прежде всего затмевается лѣвая (восточная) часть луннаго диска. Для наблюдателей въ разныхъ точкахъ земной поверхности, солнце представляется почти на одномъ и томъ же мѣстѣ небесной сферы, между тѣмъ какъ луна усматривается по различнымъ направленіямъ. Поэтому въ одно и тоже время солнечное затменіе можетъ быть только для немногихъ точекъ земной поверхности, между тѣмъ какъ съ другихъ точекъ его вовсе не видно. Хотя вслѣдствіе вращенія земли на оси и измѣненія положенія луны на небесномъ сводѣ, лунная тѣнь пробѣгаетъ по земной поверхности, все-таки солнечное затменіе можно видѣть каждый разъ только съ незначительной части земной поверхности. Такимъ образомъ, вообще солнечныя затменія чаще лунныхъ, но для одной какой-либо точки земной поверхности вторыхъ бываетъ въ извѣстный промежутокъ времени болѣе, чѣмъ первыхъ.

Изъ извѣстныхъ разстояній и величинъ Солнца, Луны и

Земли легко можно вычислить, что луна только тогда закроетъ часть солнца, когда она находится не далѣе $1^1/_2{}^0$ надъ плоскостью эклиптики или когда широта луны не превышаетъ $+1^1/_2{}^0$. Это бываетъ, когда луна отстоитъ въ своей орбитѣ не дальше 17^0 отъ ближайшаго узла. Луна движется съ запада на востокъ, поэтому покрытіе солнца начинается съ западнаго (праваго) края солнечнаго диска. Такъ какъ лунная тѣнь точно также движется по земной поверхности съ запада на востокъ, то западныя мѣстности раньше наблюдаютъ солнечное затменіе, чѣмъ восточныя.

Въ настоящее время затменія не служатъ единственно для опредѣленія астрономическихъ періодовъ: синодическихъ оборотовъ и т. п. При лунномъ затменіи наблюдаютъ прохожденіе луны мимо слабыхъ звѣздъ, чего нельзя сдѣлать въ другое время. Покрытія звѣздъ луной представляютъ то же явленіе, какъ солнечныя затменія; наблюдаемыя въ различныхъ мѣстахъ земли одновременно, они даютъ лучшее средство для опредѣленія діаметра луны, ея параллакса и положенія въ орбитѣ. Полныя солнечныя затменія имѣютъ высокое значеніе въ настоящее время. Они продолжаются всего нѣсколько минутъ, не болѣе 7.

Нѣсколько раньше момента полнаго затменія дневной свѣтъ уменьшается, и температура понижается. Тѣнь луны приближается къ наблюдателю съ запада и съ ужасающею быстротой Въ то же время становятся видны: корона, протуберансы и звѣзды первыхъ величинъ.

Кромѣ опредѣленія по часамъ моментовъ соприкосновеній диска луны съ дискомъ солнца, вниманіе наблюдателя обращается: на телескопическія наблюденія подробностей протуберансовъ и короны, спектроскопическія наблюденія, прямыя и съ помощью фотографіи спектровъ нижней атмосферы солнца, протуберансовъ и короны, и фотографированіе короны.

52. **Повторяемость затменій.**—Затменія, какъ мы видѣли выше могутъ быть только тогда, когда луна находится въ плоскости эклиптики или весьма близко отъ этой плоскости, въ моментъ соединенія и противостоянія, т. е., когда она кромѣ того очень близка къ узлу своей орбиты.

Такъ какъ линія узловъ движется въ обратномъ смыслѣ, т. е., съ востока на западъ въ плоскости эклиптики то затменія бу-

дутъ повторяться въ томъ же порядкѣ по истеченіи промежутка времени, который приведетъ солнце, луну и линію узловъ въ тѣ же самыя положенія относительно другъ друга.

Синодическій оборотъ узла, т. е., время между двумя послѣдовательными совпаденіями восходящаго узла съ направленіемъ солнца, равенъ 346,619 сут., а 223 синодическихъ оборотовъ луны или лунныхъ мѣсяцевъ составляютъ почти 19 синодическихъ оборотовъ узла.

223 синод. оборотовъ луны=6585,32 сут.
19 синод. оборотовъ узла=6585,78 „

Слѣдовательно, если теперь луна у своего узла и въ направленіи солнца, то она вернется къ своему узлу чрезъ 223 синодическихъ оборота и будетъ въ этотъ моментъ опять въ направленіи солнца. Этотъ періодъ 223 лунныхъ мѣсяцевъ, равный 18 годамъ и 11 днямъ, былъ извѣстенъ уже халдеямъ подъ именемъ саросъ [1]).

Въ теченіе сароса происходятъ вообще 70 затменій: 29 лунныхъ и 41 солнечное. Въ теченіе года бываетъ не болѣе 7 затменій: 5 или 4 солнечныхъ и 2 или 3 лунныхъ, и не менѣе 2; если только два затменія, то оба солнечныя.

Въ древнія времена солнечныя затменія внезапнымъ наступленіемъ темноты приводили въ ужасъ невѣжественные народы. Но теперь, когда движеніе солнца и луны извѣстны такъ хорошо, что затменія предсказываются впередъ на многіе годы [2]) и публикуются для всеобщаго свѣдѣнія,—эти явленія въ просвѣщенныхъ странахъ никого не пугаютъ, даже простолюдиновъ.

IX.

53. **Угломѣрные снаряды.**—Астрономическія наблюденія преимущественно состоятъ въ измѣреніи времени и угловъ. Для первой цѣли служатъ хронометры [3]), для второй—угломѣрные

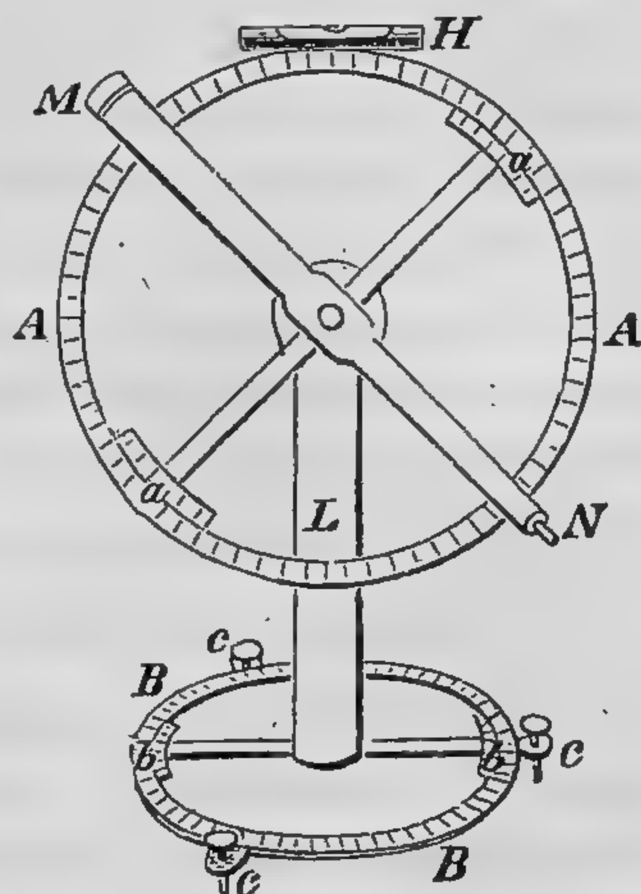
[1]) Ассиро-вавилонское слово „sar“ обозначаетъ опредѣленное число. Окончаніе os несомнѣнно, греческаго происхожденія, и греки, вѣроятно, первые дали названіе саросъ извѣстному періоду.

[2]) Ближайшее полное солнечное затменіе, видимое въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Россіи и Персіи, было 1 (14) января 1907 г. и будутъ 8 (21) августа 1914 г.

[3]) Отъ греч. χρόνος время, μέτρον мѣра (μετρέω измѣряю).

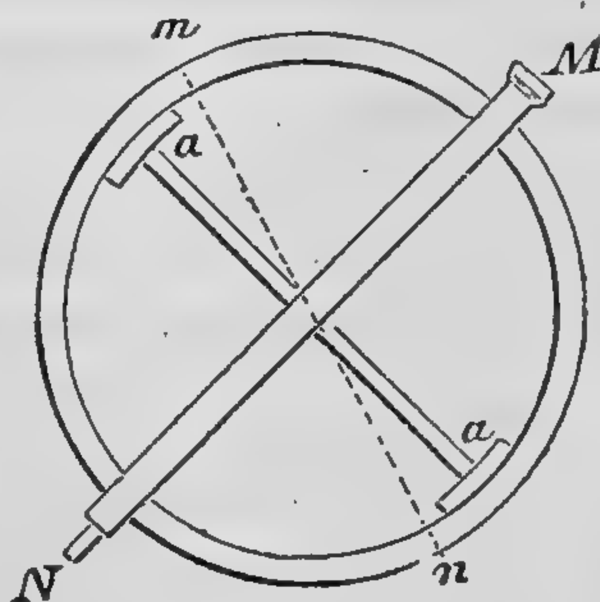
снаряды изъ которыхъ самые употребительные—*теодолитъ* и *меридіанный кругъ*.

Теодолитъ [1]).—Теодолитъ состоитъ изъ двухъ круговъ A и B (фиг. 56), раздѣленныхъ на градусы и части ихъ, одного A вертикальнаго и другого B горизонтальнаго. Въ центрѣ круга AA утверждена на горизонтальной оси зрительная труба MN, такъ что оптическая ось ея при вращеніи трубы описываетъ вертикальную плоскость; въ фокусѣ объектива натягиваются перекрестныя нити, пересѣченіе которыхъ лежитъ на оптической оси трубы. Кругъ AA вмѣстѣ съ трубою и поддерживающею ихъ стойкой L могутъ вращаться около вертикальной оси; такимъ образомъ, труба MN можетъ принять всякое направленіе въ пространствѣ. Лимбъ [2]) BB остается при этомъ въ покоѣ. Чтобы опредѣлить положеніе трубы на кругѣ A, къ ней прикрѣпляется линейка aa съ верніеромъ, движущаяся вмѣстѣ съ трубою; равнымъ образомъ, при вращеніи снаряда около вертикальной оси, другая линейка bb, прикрѣпленная къ колоннѣ L, также съ верніеромъ, движется по лимбу BB, для опредѣленія положенія вертикальной плоскости, проходящей чрезъ оптическую ось трубы MN. Уровень H и винты c служатъ для установки прибора.



Фиг. 56.

Теодолитъ употребляется для измѣренія зенитныхъ разстояній и азимутовъ. Такъ какъ нельзя направить трубу (визировать) прямо на зенитъ, воображаемую точку, то поступаютъ слѣдующимъ образомъ.



Фиг. 57.

[1]) Теодолитъ происходитъ, вѣроятно, отъ сліянія англійскаго опредѣленнаго члена the и арабскаго al-idada линейка, визирная линейка.

[2]) Лимбъ происходитъ отъ латинскаго limbus кайма, край.

Чтобы найти зенитное разстояніе, трубу MN направляютъ на свѣтило; такъ какъ звѣзды въ самые сильные телескопы представляются точками, то изображеніе звѣзды можно привести въ совпаденіе съ пересѣченіемъ нитей. Тогда замѣчаютъ положеніе нуля верніера на кругѣ AA; пусть отсчитали 116°25′20″. Замѣтивъ еще положеніе нуля другого верніера на лимбѣ BB, вращаютъ кругъ AA съ трубою, пока нуль того же верніера не пробѣжитъ 180° по лимбу BB. Тогда труба MN приметъ положеніе, показанное на фиг. 57. Чтобы опять увидѣть то же свѣтило, надо повернуть трубу въ положеніе mn. Снова отсчитываютъ положеніе нуля верніера на кругѣ AA, и пусть нашли 208°45′20″. Если бы свѣтило въ промежутокъ времени между двумя наблюденіями оставалось въ одной и той же точкѣ небеснаго свода, то зенитное разстояніе, очевидно, равно было бы полуразности найденныхъ величинъ, т. е. $\frac{208^{0}45'20'' - 116^{0}25'20''}{2}$ или 46°10′ [1]). Въ дѣйствительности, зенитное разстояніе постоянно мѣняется, но найденная величина его безъ ощутительной погрѣшности можетъ быть отнесена къ серединѣ промежутка времени между двумя наблюденіями.

Должно записать время наблюденія, если наблюдаемый предметъ имѣетъ движеніе.

Если свѣтило имѣетъ угловой діаметръ, то можно наблюдать или только верхній край, или нижній; полусумма зенитныхъ разстояній обоихъ краевъ, принадлежащихъ одному и тому же мгновенію, равна зенитному разстоянію центра свѣтила для этого мгновенія.

Для опредѣленія азимута надо знать направленіе меридіональной линіи, или, что все равно, положеніе нуля верніера на кругѣ BB (фиг. 56), когда оптическая ось трубы MN лежитъ

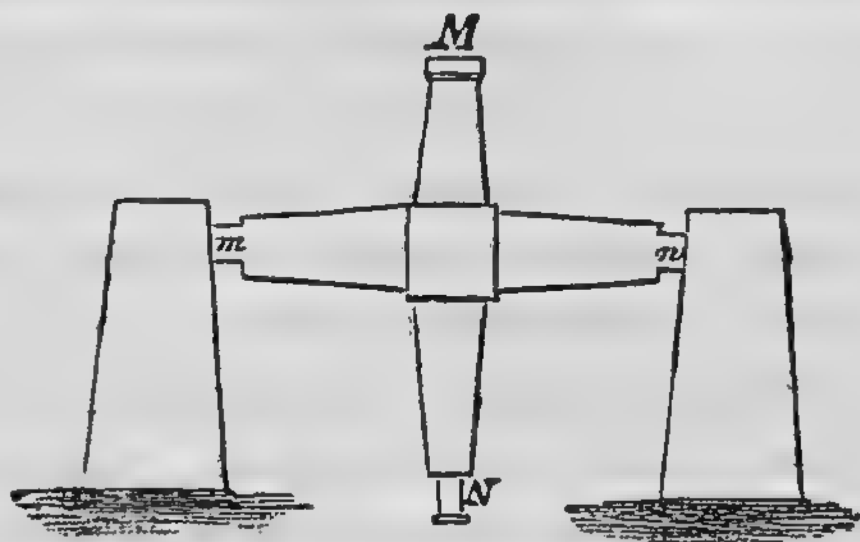
---

[1]) Такъ, по крайней мѣрѣ, было бы, если бы ось вращенія снаряда проходила чрезъ оптическую ось трубы; на самомъ же дѣлѣ, во всей точности этого никогда не бываетъ. Для устраненія происходящей отсюда погрѣшности, отсчитываніе производятъ не по одному, а по двумъ верніерамъ a и a, укрѣпленнымъ на концахъ линейки aa и берутъ полусумму найденныхъ величинъ. Отсчитываніе на лимбѣ BB при опредѣленіи азимутовъ также производится двумя верніерами b и b. Эта погрѣшность называется экцентриситетомъ (ex изъ, внѣ, centrum центръ).

въ плоскости меридіана даннаго мѣста. Тогда достаточно отсчитать дѣленіе лимба *BB*, противъ котораго стоитъ нуль верніера, въ тотъ самый моментъ, когда звѣзда находится на оптической оси трубы; чрезъ вычитаніе находимъ искомый азимутъ. Пусть, наприм., противъ нуля верніера *b*, когда оптическая ось трубы находится въ меридіанѣ, отсчитали 12°42′10″, а когда труба направлена на звѣзду—70°12′10″, азимутъ звѣзды будетъ 57°30′.—Способы опредѣленія меридіональной линіи показаны ниже.

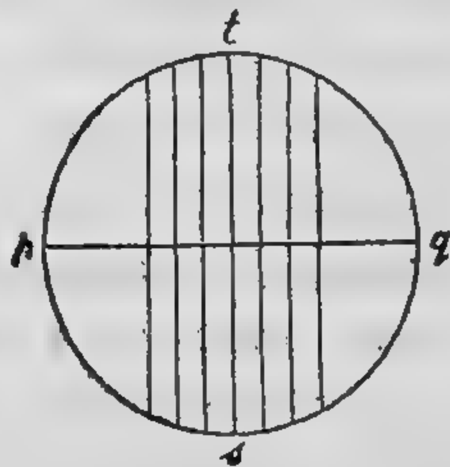
Меридіанный кругъ.—Этотъ приборъ назначается для опредѣленія времени прохожденія свѣтилъ чрезъ меридіанъ даннаго мѣста и ихъ меридіональныхъ высотъ.

Онъ состоитъ изъ трубы *MN* (фиг. 58), вращающейся на горизонтальной оси *mn*, перпендикулярной къ оптической оси трубы и такъ установленной, чтобы при вращеніи трубы оптическая ось ея описывала меридіональную плоскость. Въ фокусѣ объектива натягиваютъ перекрестныя нити; одна нить вертикальна, другая горизонтальна.



Фиг. 58.

Обыкновенно, по обѣ стороны вертикальной нити, въ равныхъ отъ нея разстояніяхъ, натягиваютъ еще двѣ нити, потомъ далѣе еще двѣ, такъ что нерѣдко всѣхъ вертикальныхъ нитей бываетъ 7. Фигура 59 представляетъ расположеніе нитей; *pq*—горизонтальная нить, *ts*—вертикальная, остальныя шесть линій—боковыя нити. Трубу располагаютъ такъ, чтобы звѣзда, въ суточномъ движеніи, шла по горизонтальной нити, и замѣчаютъ время прохожденія свѣтила чрезъ центральную нить. Для большей точности, наблюдаютъ еще времена прохожденій свѣтила чрезъ прочія нити и берутъ полусуммы временъ прохожденій чрезъ нити, равно удаленныя отъ центральной, и изъ полученныхъ такимъ образомъ 4 чиселъ, находятъ среднее ариѳметическое.—Для солнца, луны и другихъ свѣтилъ,



Фиг. 59.

которыя имѣютъ видимый діаметръ, опредѣляютъ прохожденіе чрезъ нити краевъ свѣтила, и берутъ полусумму временъ, которая обозначитъ время прохожденія центра свѣтила.—При меридіанной трубѣ устанавливается вертикальный кругъ, по которому измѣряется меридіональная высота свѣтила. Если оптическая ось трубы лежитъ въ плоскости меридіана, то прямое восхожденіе=времени прохожденія свѣтила чрезъ среднюю нить, потому что въ извѣстной формулѣ

$$S=a+t$$

часовой уголъ t равенъ нулю.

54. **Меридіональная линія.** Самый грубый приборъ для опредѣленія направленія меридіональной линіи есть магнитная стрѣлка, направленіе которой составляетъ вообще небольшой уголъ съ плоскостью меридіана даннаго мѣста. Буссоль (отъ итальянскаго слова buccola коробка) состоитъ изъ магнитной стрѣлки, чрезъ центръ тяжести которой проходитъ вертикальная ось, такъ что стрѣлка свободно движется въ горизонтальной плоскости по окружности раздѣленнаго на градусы круга. Направленіе магнитной стрѣлки опредѣляетъ магнитный меридіанъ въ данномъ мѣстѣ; зная магнитное склоненіе, т. е. уголъ между магнитнымъ меридіаномъ и астрономическимъ, отсчитываемый къ востоку или къ западу отъ точки сѣвера, мы найдемъ направленіе астрономическаго меридіана мѣста наблюденія. Болѣе точный снарядъ — *гномонъ* [1]). Такъ называютъ вертикальный стержень, установленный на ровномъ горизонтальномъ мѣстѣ. При солнечномъ освѣщеніи онъ отбрасываетъ тѣнь, которой длина измѣняется съ высотою солнца: чѣмъ солнце выше, тѣмъ тѣнь короче, и, слѣдовательно, самая короткая тѣнь бываетъ въ полдень. Направленіе самой короткой тѣни совпадаетъ съ меридіональной линіей. Но такъ какъ около полудня высота солнца измѣняется очень мало, то этимъ способомъ нельзя точно опредѣлить меридіональную линію. На горизонтальной доскѣ укрѣпляютъ вертикально стержень и описываютъ вокругъ его основанія, какъ центра, нѣсколько концентрическихъ круговъ. Утромъ и послѣ полудня наблюдаютъ тѣнь стержня и отмѣчаютъ на окружно-

---

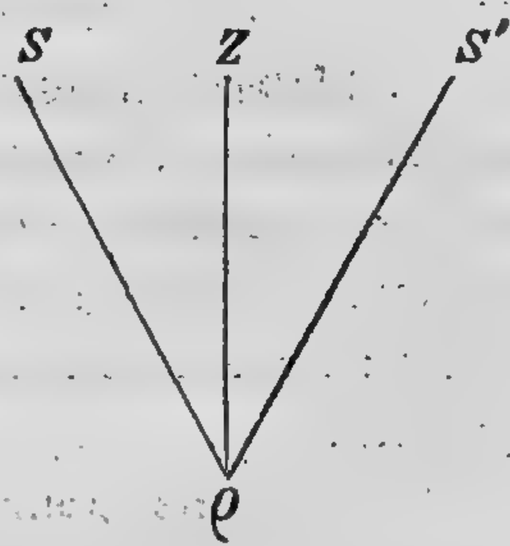
[1]) Греч. γνώμων отъ γιγνώσκω познаю, значитъ стержень или указатель у солнечныхъ часовъ.

стяхъ тѣ точки, которыя указываютъ конецъ тѣни. Тогда соединяютъ хордой точки, принадлежащія одной и той же окружности. Прямая, проходящая чрезъ середины этихъ хордъ и чрезъ центръ круговъ, опредѣляетъ направленіе меридіана мѣста наблюденія и проходитъ чрезъ точку юга горизонта. Въ тотъ моментъ, когда конецъ тѣни стержня упадетъ какъ разъ на полуденную линію, мѣсто наблюденія имѣетъ истинный полдень. Нельзя точно замѣтить конецъ тѣни по причинѣ полутѣни, поэтому близь вершины стержня дѣлаютъ въ немъ маленькое отверстіе, которое на тѣни стержня кажется свѣтлой точкой.

Самое точное опредѣленіе меридіональной линіи производится теодолитомъ, и служащій для этой цѣли способъ наблюденій называется способомъ соотвѣтствующихъ высотъ.

Пусть наблюдатель обращенъ лицомъ къ югу и слѣдитъ за звѣздой, описывающей свою суточную параллель. Звѣзда восходитъ на востокѣ, поднимается въ небѣ, достигаетъ наибольшей высоты въ моментъ своего прохожденія чрезъ меридіанъ (кульминація), потомъ опускается, занимая положенія, симметричныя тѣмъ положеніямъ, которыя она имѣла до своего прохожденія чрезъ меридіанъ.

Положенія S и S' звѣзды симметричны относительно меридіана, поэтому зенитному разстоянію ZOS до кульминаціи будетъ соотвѣтствовать равное зенитное разстояніе ZOS' послѣ кульминаціи. Если, визируя звѣзду S трубой теодолита и закрѣпивъ трубу, на вертикальномъ кругѣ, повернемъ вертикальный кругъ около вертикальной оси, то мы снова найдемъ изображеніе свѣзды S въ трубѣ, когда звѣзда S будетъ въ положеніи S', симметричномъ положенію S относительно меридіана.



Фиг. 60.

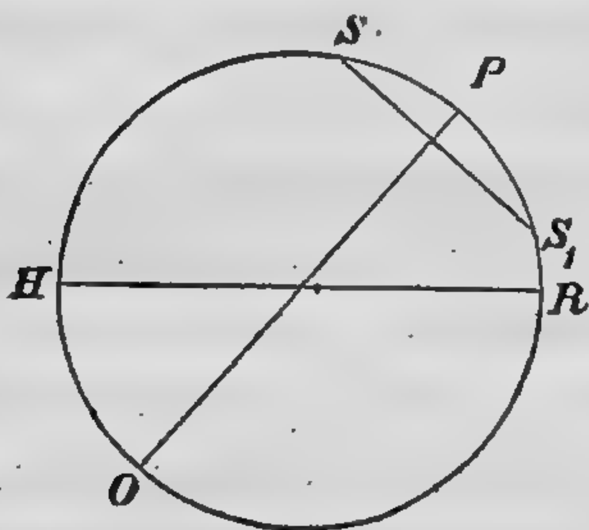
Меридіанъ будетъ плоскость, равнодѣлящая оба вертикала (круга высоты) ZOS и ZOS'.

Правило: 1) визировать звѣзду на востокѣ до прохожденія ея чрезъ меридіанъ, закрѣпить трубу и отсчитать горизонтальный кругъ; 2) визировать второй разъ при симметричномъ положеніи

звѣзды на западѣ (труба всегда закрѣплена) и снова отсчитать горизонтальный кругъ; 3) взять полусумму обоихъ отсчетовъ.

Если, напримѣръ, первый отсчетъ равенъ 142°36′20″, а второй 193°28′30″, то упомянутый уголъ, составляемый кругами высотъ звѣзды, будетъ разность этихъ чиселъ или 50°52′10″; половина его 25°26′5″, а направленіе меридіональной линіи на лимбѣ будетъ лежать противъ дѣленія 142°36′20″+25°26′5″ или 168°2′25″.

55. **Высота полюса.**—Высота полюса равна полусуммѣ высотъ незаходящей звѣзды. Для доказательства вообразимъ меридіанъ даннаго мѣста $PROH$ (фиг. 61), меридіональную линію HR и незаходящую звѣзду S и S_1 въ двухъ ея кульминаціяхъ. Такъ какъ точка P дѣлитъ дугу SS_1 пополамъ, то высота полюса



Фиг. 61.

$$PR=\frac{SS_1}{2}+S_1R.$$

Но $SS_1=SR-S_1R$; слѣдовательно,

$$PR=\frac{SR-S_1R}{2}+S_1R,$$

откуда

$$PR=\frac{SR+S_1R}{2},$$

что и доказать слѣдовало.

56. **Широта и долгота мѣста.**—Такъ какъ широта мѣста равна высотѣ полюса, которая равна полусуммѣ меридіональныхъ высотъ незаходящей звѣзды, то широта мѣста найдется, если взять полусумму меридіональныхъ высотъ какой либо незаходящей звѣзды; меридіональныя же высоты опредѣляются меридіаннымъ кругомъ.

Опредѣленіе долготы мѣста основано на томъ началѣ, что, въ одинъ и тотъ же физическій моментъ, наблюдатели, находящіеся на различныхъ географическихъ меридіанахъ, считаютъ разное время. На каждый градусъ разности долготъ приходится 4 м. времени и на 1 ч. времени—15° разности долготъ. Отсюда ясно: если два наблюдателя замѣтятъ каждый время одного и того же явленія, то изъ разности временъ наблюденій легко найти разность долготъ. Такимъ явленіемъ можетъ служить зат-

меніе луны, совершающееся въ одинъ и тотъ же моментъ для всѣхъ наблюдателей. Но такъ какъ луна сначала вступаетъ въ полутѣнь земли, то нельзя съ точностію уловить моментъ полнаго померканія. Лучше для той же цѣли наблюдать затменіе спутниковъ Юпитера, потому что они померкаютъ или начинаютъ свѣтиться, по выходѣ изъ тѣни почти моментально; причина того—ихъ быстрое движеніе вокругъ планеты, особенно перваго спутника. Затменія спутниковъ Юпитера случаются очень часто, почти каждую ночь, но они, какъ и лунныя затменія, наступаютъ немгновенно.

Если мѣста наблюденія соединены телеграфической проволокой, то, считая земныя разстоянія ничтожными въ сравненіи со скоростью электричества, принимаютъ моментъ отправленія условленнаго сигнала съ одной станціи одновременнымъ съ моментомъ его полученія на другой. Неточность, проистекающая изъ этого предположенія, менѣе погрѣшности наблюденій; при разстояніи, наприм., въ 100 верстъ, ошибка менѣе $0'',01$.

Есть еще способъ опредѣленія разности долготъ, называемый способомъ перенесенія времени и состоящій въ томъ, что, поставивъ хорошій хронометръ [1]) по меридіану мѣста, отправляются съ нимъ въ другое мѣсто и замѣчаютъ, насколько хронометръ впереди или назади противъ мѣстнаго времени. Для большей точности, перевозятъ нѣсколько хронометровъ и изъ показаній ихъ берутъ среднее ариѳметическое.

Разность долготъ еще находятъ чрезъ наблюденіе солнечныхъ затменій и покрытіе звѣздъ луной. Луна въ своемъ движеніи встрѣчаетъ звѣзды или другія свѣтила; въ этотъ моментъ свѣтила исчезаютъ позади луннаго диска. Это явленіе называется покрытіемъ. Въ моментъ исчезновенія или появленія свѣтила разстояніе его отъ центра луны равно полудіаметру луны. Явленіе покрытій мгновенно и наблюдается съ большою точностью. Такъ какъ эти явленія не одновременны для разныхъ земныхъ наблюдателей, то результаты получаются помощію довольно сложныхъ вычисленій.

57. **Размѣры и истинная фигура земли.**—Уже въ концѣ XVII столѣтія стали сомнѣваться въ сферической формѣ земли. Шаръ

---

[1]) Греч. χρόνος время, μετρέω измѣряю: переносные пружинные часы.

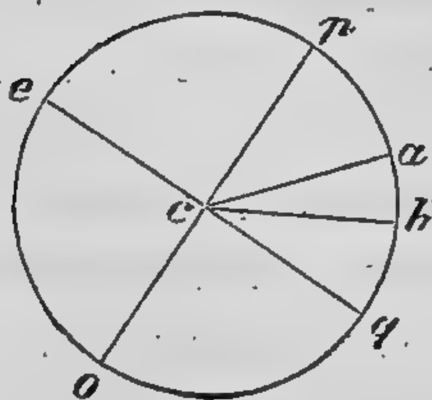
представляетъ только первое грубое приближенiе къ истинѣ, достаточное, правда, во многихъ вопросахъ практики. Съ тѣхъ поръ за фигуру земли былъ принятъ сфероидъ (отъ греч. σφαῖρα шаръ и εἶδος—имѣющiй видъ подобный), т. е., шаръ, сжатый у полюсовъ. Въ настоящее же время извѣстны значительныя уклоненiя общей фигуры земли отъ сфероида.

Поверхности уровня земли суть поверхности, нормальныя въ каждой своей точкѣ къ направленiю силы тяжести въ этой точкѣ; сила тяжести есть равнодѣйствующая притяженiя земли и центробѣжной силы.

Одна изъ такихъ поверхностей уровня существуетъ въ природѣ; это—поверхность моря, если на нее дѣйствуютъ только земное притяженiе и центробѣжная сила, и если мы не примемъ въ разсчетъ движенiй воды, происходящихъ отъ вѣтровъ, приливовъ и отливовъ, отъ разностей температуры давленiя и т. д.

Эта уравненная поверхность, продолженная мысленно чрезъ материки, называется математическою поверхностью земли или геоидомъ (греч. γῆ земли и ἰδής подобный) въ противоположность дѣйствительной или физической поверхности земли, которая не можетъ быть представлена никакою математическою формулою.

Геоидъ весьма незначительно отличается отъ эллипсоида вращенiя, сжатаго у полюсовъ. Радiусъ земного шара опредѣляется изъ градусныхъ измѣренiй. Измѣряютъ линейными единицами дугу ab (фиг. 62) географическаго меридiана и находятъ широты крайнихъ точекъ ея a и b, т. е. уголъ acq и bcq. Уголъ acb есть разность широтъ и, слѣдовательно, будетъ тогда извѣстенъ. Назвавъ чрезъ r—радiусъ земного шара, получимъ пропорцiю $2\pi r : ab = 360^0 : \angle acb$, откуда



Фиг. 62.

$$r = \frac{ab}{2\pi} \cdot \frac{360}{acq}$$

Первое градусное измѣренiе сдѣлалъ Эратосѳенъ (176 до Р. Х.). Оно основано на опредѣленiи разности широтъ двухъ точекъ меридiана изъ наблюденiй высоты солнца надъ горизон-

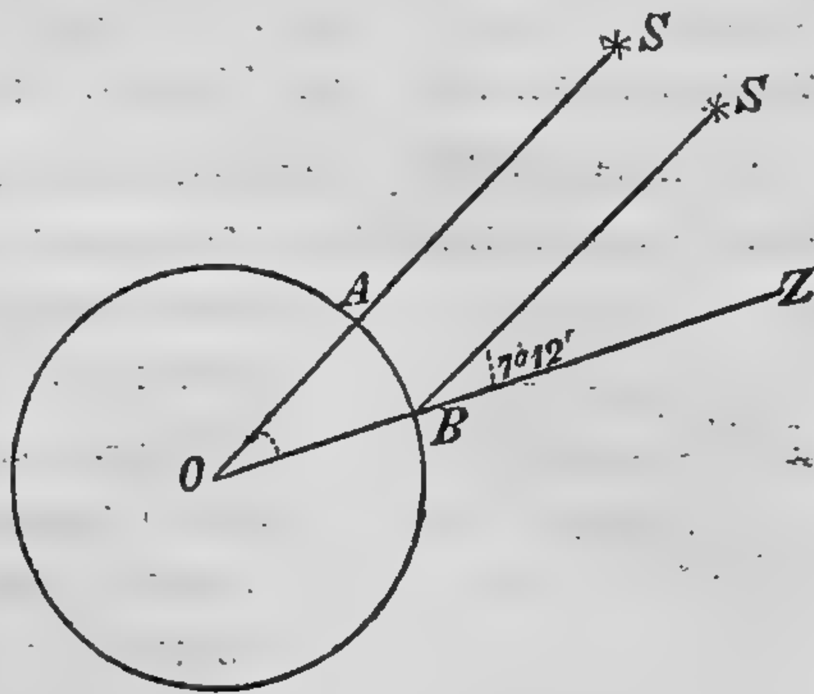
томъ въ этихъ точкахъ въ одинъ и тотъ же день. Эратосѳенъ зналъ, что въ Сіенѣ (нынѣ Ассуанъ въ верхнемъ Египтѣ) въ день солнцестоянія солнце освѣщаетъ въ полдень дно колодца, и что вертикальный стержень не даетъ тѣни. Слѣд., солнце въ этотъ моментъ было въ зенитѣ Сіены. Но въ тотъ же самый моментъ въ Александріи солнце находилось отъ зенита на разстояніи $7^0 12'$. Отсюда онъ заключилъ, предполагая солнце безконечно удаленнымъ, что дуга AB, разстояніе двухъ мѣстъ наблюденія, сама равна $7^0 12'$ или $\frac{1}{50}$ окружности.

Разстояніе между Сіеной и Александріей Эратосѳенъ принялъ равнымъ 5000 стадій и предположилъ, что эти 5000 стадій отсчитаны въ направленіи меридіана; между тѣмъ, разность долготъ обоихъ мѣстъ около 3^0. Слѣд., длина одного градуса меридіана 694 стадіи или въ круглыхъ числахъ 700, а длина окружности земли 252000 стадій.

Къ сожалѣнію, точная величина стадіи намъ неизвѣстна.

Для измѣренія дуги меридіана служитъ тріангуляція (лат. triangulum треугольникъ). Она состоитъ въ слѣдующемъ. Измѣряютъ на землѣ съ наибольшею точностью нѣкоторую линію, базисъ, AB отъ 5 до 10 километровъ; это наиболѣе трудная часть работы.

Изъ точекъ A, B и другихъ C, D... такихъ, чтобы изъ каждой точки были видны двѣ предшествующія, составляютъ сѣть треугольниковъ. Въ каждой вершинѣ измѣряютъ горизонтальные углы, заключенные между различными направленіями, и зенитныя разстоянія, соотвѣтствующія каждому направленію.



Фиг. 63.

Изъ астрономическихъ наблюденій опредѣляютъ широту и долготу одной вершины и азимутъ стороны, выходящей изъ этой вершины. Затѣмъ вычисленіе этихъ сферическихъ треугольниковъ дастъ длину дуги меридіана.

Подобныя измѣренія были сдѣланы въ разныхъ мѣстахъ земной поверхности, и для r нашли разныя величины; самыя большія значенія r имѣетъ для полярныхъ странъ и самыя малыя—для экваторіальныхъ. Отсюда выходитъ, что земля не есть шаръ.

Изъ многихъ градусныхъ измѣреній оказалось, что фигура земли наиближе подходитъ къ эллипсоиду вращенія:

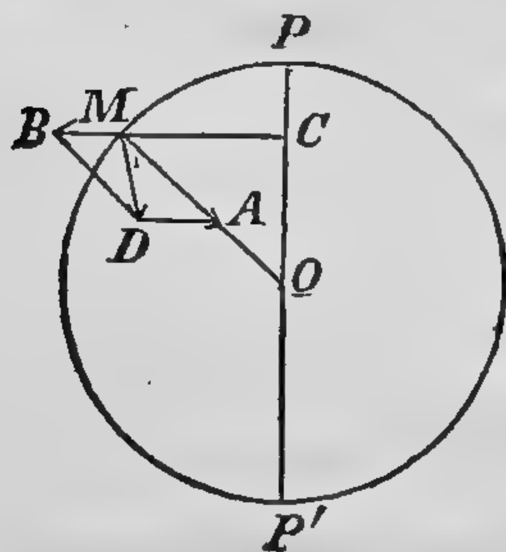
Четверть эллиптическаго меридіана	10002008	метровъ.
Большая полуось	6378393	„
Малая полуось	6356549	„
Окружность экватора	40076625	„
Поверхность въ квадратныхъ километр. . .	510082000	„
Объемъ въ милліонахъ кубическихъ килом.	1083260	„

Разность между большою полуосью и малою полуосью всего только 21844 метра; отношеніе этой длины къ большой полуоси называется сжатіемъ земли: его величина $\frac{1}{292}$.

Градусы меридіана неравны между собой, средняя ихъ величина 111133,4 метра.

Градусныя измѣренія были произведены въ Россіи, Швеціи, Германіи, Перу и проч. Русское измѣреніе самое большое и простирается на 20^0, отъ Торнео до Дуная.

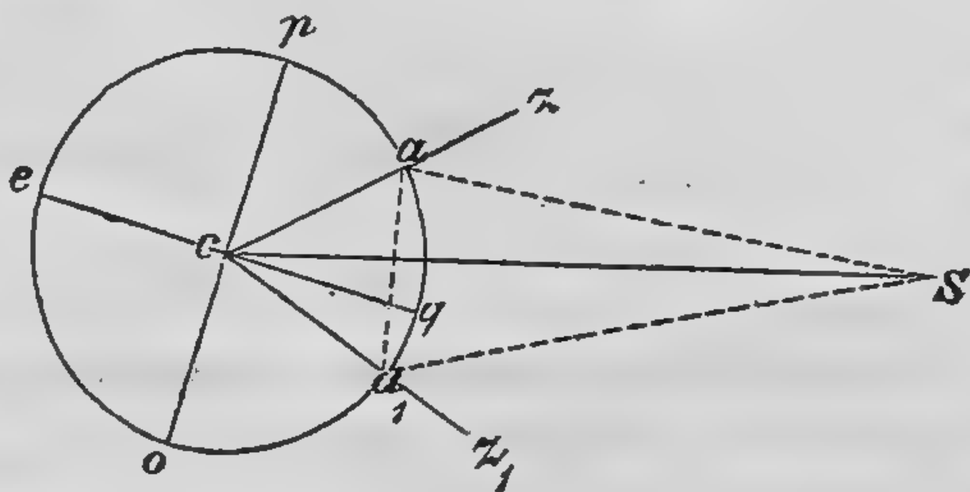
Сжатіе земли у полюсовъ, какъ слѣдствіе вращенія около оси. Пусть земля имѣетъ форму шара и вращается равномѣрно около діаметра PP'. На точку M ея поверхности дѣйствуютъ: 1) притяженіе земной массы, направленное по радіусу MO; 2) по теоріи равновѣсія вращающихся системъ центробѣжная сила MB, направленная по радіусу параллели CM, которую эта точка описываетъ при вращеніи земли. Эта центробѣжная сила выражается чрезъ $m\omega^2 r$, гдѣ m масса точки, r радіусъ параллели, ω угловая скорость вращенія. Равнодѣйствующая MD этихъ двухъ силъ получается по правилу параллелограмма силъ, ея направленіе есть отвѣсная линія, и величина ея представляетъ силу тяжести.



Фиг. 64.

Въ точкѣ M сила тяжести наклонна къ плоскости, касательной къ шару, и побуждаетъ точку M скользить по этой плоскости къ экватору. Итакъ, система не находится въ равновѣсіи и стремится сжаться у полюсовъ и расшириться у экватора.

58. **Разстояніе луны отъ земли.**—Если свѣтило удалено отъ насъ на разстояніе не безконечно большое, то съ разныхъ точекъ земной поверхности оно усматривается по направленіямъ не параллельнымъ. Это даетъ возможность опредѣлять разстоянія ближайшихъ къ землѣ свѣтилъ. Вообразимъ двухъ наблюдателей, расположившихся въ точкахъ a и a_1 (фиг 65) одного и того же географическаго меридіана $poeq$; пусть po—земная ось,—eq—экваторъ, S—свѣтило, caz и ca_1z_1—отвѣсныя линіи въ мѣстахъ наблюденій a и a_1. Свѣтило S будетъ проходить чрезъ меридіанъ въ обоихъ мѣстахъ въ одно и тоже время. Въ этотъ моментъ, наблюдатели измѣряютъ зенитныя разстоянія zaS и z_1a_1S; углы acq и $a_1\ cq$ также можно опредѣлить, потому что они равны географическимъ широтамъ. Во время кульминаціи свѣтила S, четыреугольникъ $Saca_1$ есть плоскій. Въ немъ извѣстны: ac и a_1c, какъ радіусы земного шара, уголъ aca_1, углы caS и ca_1S, какъ дополненія меридіональныхъ зенитныхъ разстояній свѣтила S до 180°. Поэтому можно вычислить неизвѣстныя стороны Sa и Sa_1. Для этого надо вычислить сначала изъ треугольника caa_1 сторону его aa_1 и углы caa_1 и ca_1a; послѣдніе вычесть изъ угловъ caS и ca_1S, чтобы опредѣлить углы Saa_1 и Sa_1a; наконецъ, изъ треугольника Saa_1, по сторонѣ aa_1 и двумъ прилежащимъ угламъ, можно вычислить стороны aS и a_1S. Затѣмъ, изъ треугольника caS, въ которомъ извѣстны двѣ стороны и заключенный между ними уголъ, легко найти сторону Sc, т. е. разстояніе между центрами земли и свѣтила; ту же величину можно получить изъ треугольника a_1cS.

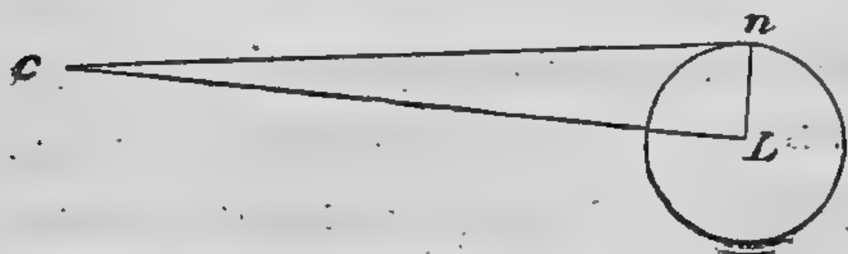


Фиг. 65.

Предложенный методъ годится только для ближайшихъ свѣ-

тилъ; луны и планеты Марса; для другихъ болѣе отдаленныхъ небесныхъ тѣлъ употребляются иные, болѣе сложные способы.

59. **Истинные радіусы свѣтилъ.**—Если извѣстенъ угловой радіусъ и разстояніе свѣтила отъ земли, то можно опредѣлить истинный радіусъ, т. е. выраженный въ линейныхъ единицахъ мѣры. Проведемъ изъ глаза c наблюдателя двѣ линіи: cL (фиг. 66) къ центру L свѣтила и cn—касательную. Уголъ Lcn будетъ угловымъ радіусомъ. Соединивъ точки L и n, получимъ прямоугольный треугольникъ cLn изъ котораго



Фиг. 66.

$$Ln = cL \ Sin \ Lcn.$$

Отсюда можно вычислить истинную величину радіуса свѣтила, а удвоивъ ее, получимъ діаметръ. Такимъ образомъ было найдено, что діаметръ луны равенъ $^1/_4$ діаметра земли, діаметръ солнца 112. Объемы подобныхъ тѣлъ относятся, какъ кубы діаметровъ, поэтому объемъ луны равенъ $\frac{1}{64}$ объема земли; объемъ солнца равенъ 1.404,928 земныхъ шаровъ.

60. **Продолжительность тропическаго года.**—Чтобы опредѣлить продолжительность тропическаго года надо замѣтить промежутокъ времени между двумя послѣдовательными прохожденіями солнца чрезъ точку весенняго равноденствія. Въ самый моментъ такого прохожденія, склоненіе солнца есть нуль; слѣдовательно, должно опредѣлить промежутокъ времени между двумя моментами, когда солнце, при переходѣ изъ южнаго небеснаго полушарія въ сѣверное, имѣетъ склоненіе нуль. Припомнимъ, что склоненіе свѣтила, можно вывести изъ меридіональной высоты. Но во время кульминаціи, солнце можетъ и не быть какъ разъ на экваторѣ, находясь въ эту пору еще въ южномъ полушаріи, либо перейдя уже въ сѣверное; поэтому, надо опредѣлить, около весенняго равноденствія, въ два послѣдовательные полдня меридіональныя высоты; одну—когда склоненіе солнца было южное, а другую—когда оно было сѣверное. Пусть 9-го марта въ полдень склоненіе солнца было южное—d, а 10-го марта$+d_1$. Отсюда можно разсчитать, когда склоненіе солнца было нуль, и, слѣдовательно,

опредѣлить моментъ весенняго равноденствія. Въ продолженіе 24 часовъ между полуднями 9-го и 10-го марта, склоненіе солнца увеличилось на $d+d_1$; предполагая, что въ теченіе сутокъ измѣненіе склоненія было пропорціонально времени, найдемъ, что каждый часъ склоненіе возрастало на $\frac{d+d_1}{24}$. Съ полудня 9-го марта южное склоненіе—d уменшалось ежечасно на $\frac{d+d_1}{24}$; поэтому, весеннее равноденствіе было послѣ полудня 9-го марта, спустя столько часовъ, сколько $\frac{d+d_1}{24}$ заключается въ d, т. е. спустя $24\frac{d}{d+d_1}$ часовъ. Такимъ образомъ, будемъ знать время весенняго равноденствія. По прошествіи года, около времени слѣдующаго весенняго равноденствія, опять нужно дѣлать подобныя наблюденія и снова опредѣлить моментъ весенняго равноденствія. Протекшій промежутокъ времени между двумя послѣдовательными весенними равноденствіями равенъ тропическому году. Тропическій годъ не есть величина постоянная, хотя измѣняется весьма мало. Средняя величина его, взятая изъ многихъ наблюденій, равна 365,24222 или 365 сутокъ 5 час. 48 м. 48 с.

61. **Измѣреніе времени.**— Время измѣряютъ равномѣрнымъ движеніемъ. Вращеніе земли на оси есть именно такое движеніе, потому что, будучи свободнымъ тѣломъ и не встрѣчая сопротивленія, земля должна вращаться равномѣрно, т. е., въ равные промежутки времени поворачиваться на равные углы. Полный оборотъ совершается въ звѣздныя сутки. Но всѣ наши занятія распредѣляются по видимому движенію солнца, а потому въ общежитіи употребительны только солнечныя сутки. Различаютъ *истинныя* и *среднія* или *гражданскія* солнечныя сутки. Истинное солнечное время или просто истинное время есть часовой уголъ солнца въ каждый моментъ; истинныя солнечныя сутки суть промежутокъ времени между двумя послѣдовательными кульминаціями солнца верхними или нижними или между двумя истинными полуднями. Если для даннаго момента мы назовемъ ts звѣздное время, tv истинное время, α прямое восхожденіе солнца, то мы имѣемъ извѣстную формулу:

$$ts = tv + \alpha$$

Прямое восхожденіе солнца измѣняется непропорціонально времени: 1) потому что движеніе солнца въ эклиптикѣ неравно-

мѣрно; 2) потому что плоскость эклиптики наклонна къ плоскости экватора. Поэтому разность между истинными солнечными и звѣздными сутками непостоянна; слѣдовательно, истинныя солнечныя сутки съ теченіемъ времени измѣняются.

Вообразимъ точку, вращающуюся вокругъ земли съ постоянною угловою скоростью и совпадающую съ истиннымъ солнцемъ въ перигеѣ и апогеѣ. Средняя долгота солнца будетъ равна долготѣ этого воображаемаго солнца; она измѣняется пропорціонально времени. Истинная долгота солнца есть сумма средней долготы и нѣкоторой второй части—уравненія центра [1]). Въ перигеѣ уравненіе центра нуль, затѣмъ растетъ до наибольшаго значенія $1^0 55'$ и снова обращается въ нуль въ апогеѣ.

Если L средняя долгота истиннаго солнца, т. е., долгота воображаемаго солнца и C уравненіе центра, то долгота истиннаго солнца будетъ

$$\lambda = L + C.$$

Мы получимъ прямое восхожденіе солнца, прибавивъ къ λ нѣкоторое періодическое количество Q—приведеніе къ экватору; тогда

$$\alpha = L + C + Q.$$

Приведеніе къ экватору очевидно обращается въ нуль въ моменты равноденствій и солнцестояній; наибольшее его значеніе $2^1/_2{}^0$.

Гражданскими солнечными сутками называютъ среднюю ариеметическую величину изъ всѣхъ истинныхъ солнечныхъ сутокъ. Ими измѣряютъ время въ общежитіи. Для этого воображаютъ нѣкоторую точку, называемую *среднимъ солнцемъ,* движущуюся равномѣрно по небесному экватору и въ продолженіе тропическаго года совершающую полный оборотъ, т. е. пробѣгающую 360^0, слѣдовательно, каждыя сутки $\frac{360}{365,24222}$. Промежутокъ времени между двумя послѣдовательными верхними кульминаціями средняго солнца или средними полднями, очевидно, равенъ гражданскимъ суткамъ. Прямое восхожденіе средняго солнца α' всегда

---

[1]) Уравненіемъ называютъ въ Астрономіи вообще разность между истиннымъ значеніемъ перемѣннаго количества и тѣмъ значеніемъ, которое имѣло бы это количество, если бы оно возрастало равномѣрно.

равно первой непеpioдической части прямаго восхожденія α истиннаго солнца, т. е., средней долготѣ солнца.

Вслѣдствіе неравномѣрнаго возрастанія прямого восхожденія солнца, истинныя солнечныя сутки неравны среднимъ, а потому разные моменты истиннаго времени не совпадаютъ съ соотвѣтственными моментами гражданскаго времени; таковы, наприм., полдни истинный и среднiй, потому что кульминаціи истиннаго и средняго солнца бываютъ въ разныя мгновенія. Промежутокъ времени между истиннымъ и среднимъ полднями называется *уравненіемъ времени.*

Если мы назовемъ t_m среднее время, т. е. часовой уголъ средняго солнца, то

$$t_s = t_m + \alpha' = t_m + L;$$

Съ другой стороны

$$t_s = t_v + \alpha = t_v + Z + C + Q.$$

Отсюда

$$t_m - t_v = \alpha - \alpha' = C + Q;$$

эта разность между среднимъ и истиннымъ временемъ и есть уравненіе времени; это также разность прямыхъ восхожденій истиннаго и средняго солнца или сумма уравненія центра и приведенія къ экватору, слѣдовательно, количество періодическое. Наибольшее значеніе уравненія времени 16 м. 20 с., четыре раза въ году оно равно нулю. Гражданскія сутки начинаются въ среднюю полночь, т. е., 12 часами раньше среднихъ астрономическихъ сутокъ.

Для точнаго измѣренія времени служатъ часы, состоящіе изъ регулятора, производящаго равномѣрное движеніе, и двигателя, сообщающаго регулятору движеніе. Существенная часть— регуляторъ. Въ часахъ стѣнныхъ двигатель есть гиря, т. е. постоянная сила тяжести, а регуляторъ—маятникъ. Такъ называется всякое твердое тѣло, движущееся подъ вліяніемъ силы тяжести около неподвижной оси. Въ часахъ переносныхъ, хронометрахъ, двигатель есть пружина, и регуляторъ—небольшое колесо (balancier, Unruhe), движущееся подобно маятнику попеременно то въ одну, то въ другую сторону около оси подъ дѣйствіемъ упругой стальной спирали, одинъ конецъ которой

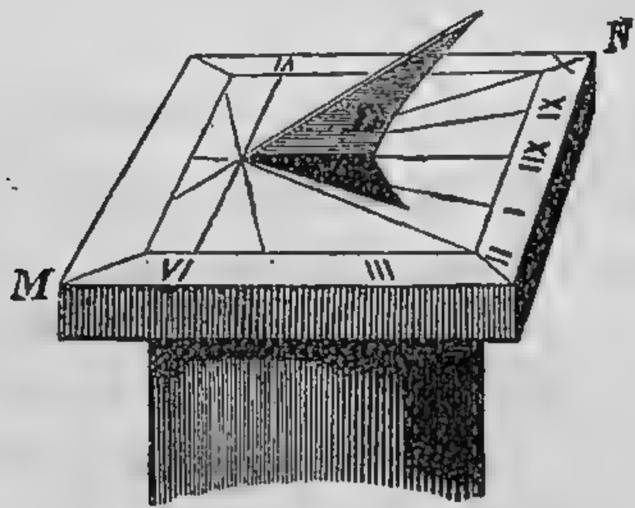
прикрѣпленъ неподвижно къ корпусу хронометра, а другой къ подвижной оси самого колеса.

Среднее время повѣряется по положенію истиннаго солнца. Истинное время можно найти въ истинный полдень помощію меридіональнаго круга. Прикладывая или отнимая уравненіе времени, будемъ знать среднее гражданское время въ истинный полдень.

Истинное время можно опредѣлять еще солнечными часами: солнечные часы суть такой приборъ, въ которомъ произведенная солнцемъ тѣнь стержня или треугольной металлической пластинки, служащихъ указателемъ, показываетъ истинное время. Направленіе неподвижнаго указателя или верхняго ребра пластинки во всѣхъ солнечныхъ часахъ параллельно оси міра. Они бываютъ экваторіальные, горизонтальные и вертикальные.

Въ экваторіальныхъ солнечныхъ часахъ указатель стоитъ перпендикулярно къ плоскости, на которую онъ отбрасываетъ тѣнь. Чтобы онъ имѣлъ направленіе оси міра, эта плоскость должна быть наклонна къ горисонту подъ тѣмъ же угломъ, подъ какимъ наклонна къ горизонту плоскость экватора т. е., 90—φ (φ широта мѣста).

Изъ основанія стержня, какъ центра, описываютъ на квадратной плоскости солнечныхъ часовъ кругъ, и та точка, гдѣ проведенная чрезъ центръ меридіональная линія пересѣкаетъ окружность на сѣверной сторонѣ, обозначается числомъ XII. Отъ этой точки дѣлятъ окружность на 24 равныя части, и точки дѣленія къ западу отъ точки XII обозначаютъ утренніе часы (отъ восхода солнца до полудня) XI, X, IX, VIII и т. д., въ направленіи къ востоку вечерніе часы (отъ полудня до захода солнца) I, II, III, IV и т. д., потому что тѣнь указателя падаетъ въ направленіи, противоположномъ положенію солнца.



Фиг. 67.

Горизонтальные солнечные часы состоятъ изъ горизонтальной плоскости MN (фиг. 67), на которой утверждаютъ стержень L параллельно оси міра. Предполагая движеніе истиннаго солнца въ продолженіи одного дня равномѣрнымъ

можно вычислить время соотвѣтственно положенію тѣни и обозначить на циферблатѣ. Въ вертикальныхъ часахъ указатель наклоненъ къ плоскости часовъ подъ угломъ $90^0 - \varphi$. Чтобы по солнечнымъ часамъ провѣрить гражданскіе часы, надо принять въ разсчетъ уравненіе времени.

62. **О календаряхъ.**—Измѣрять время въ гражданскомъ быту тропическими годами неудобно, потому что пришлось бы начинать каждый новый годъ въ разные часы дня. Если, напримѣръ, нѣкоторый годъ начался въ полночь съ 31-го декабря на 1-е января, то начало слѣдующаго года было бы въ 5 ч. 48 м. 48 с. утра 1-го января, слѣдующаго за тѣмъ года—въ 11 ч. 37 м. 36 с. и т. д. Въ общежитіи, вмѣсто тропическаго года, употребляется иной большій или меньшій промежутокъ времени, называемый *гражданскимъ годомъ*, а совокупность правилъ для счисленія времени—*лѣтосчисленіемъ или календаремъ* [1]). Существуетъ нѣсколько календарей.

Древніе не знали истинной величины тропическаго года и считали его равнымъ 12 луннымъ синодическимъ оборотамъ, то есть $29^1/_2$. 12 или 354 днямъ, что короче тропическаго года на 11 дней 5 ч. 48 м. 48 с. Такая значительная разность произвела запутанность въ лѣтосчисленіи. Если въ нѣкоторый годъ весеннее равноденствіе было 1-го марта, то въ слѣдующій годъ оно должно было случиться 12-го марта, въ слѣдующій затѣмъ годъ—23-го и т. д. каждый годъ позднѣе почти на 11 дней и 6 часовъ; а въ 32 года весеннее равноденствіе проходило по всѣмъ мѣсяцамъ года. Отъ этого, лѣтніе мѣсяцы дѣлались весенними, потомъ зимними, и опять лѣтними, что весьма неудобно, ибо всѣ наши занятія, особенно земледѣльческія, зависятъ отъ положенія солнца.

Чтобы приводить въ совпаденіе гражданское лѣтосчисленіе съ истиннымъ, отъ времени до времени увеличивали или уменьшали иные годы; такъ что одни изъ нихъ выходили очень длинными, другіе—слишкомъ короткими.

Во времена Юлія Цезаря запутанность лѣтосчисленія достигла крайней степени, и по его приглашенію астрономъ Со-

---

[1]) Отъ лат. Kalendae (calare= καλεῖν созывать) первый день каждаго мѣсяца.

зигенъ въ 44 году до Р. Х. составилъ новыя правила счисленія времени, принявъ для гражданскаго года 365 сутокъ и 6 часовъ. Чтобы не начинать года въ разные часы дня, Созигенъ предложилъ изъ каждыхъ 4-хъ лѣтъ три года считать по 365 дней, а четвертый въ 366; первые называются—*простыми*, а послѣдній *високоснымъ*. Всякій годъ, котораго нумеръ дѣлится безъ остатка на 4, есть високосный, прочіе годы простые. Такъ 1906 годъ былъ простой, 1907 годъ также простой, 1908—високосный и т. д., такъ что чрезъ каждые три простые года четвертый будетъ високосный. Лишній день високоснаго года придается къ мѣсяцу февралю; который въ простомъ годѣ имѣетъ 28 дней, а въ високосномъ 29.

По имени Юлія Цезаря это лѣтосчисленіе называется *юліанскимъ* или *старымъ стилемъ;* ему слѣдуетъ Православная Церковь. Юліанскій годъ болѣе тропическаго на 11 м. 12 с.— разница для нѣсколькихъ лѣтъ незначительная, но въ большой промежутокъ времени можетъ накопиться значительная ошибка. Такъ въ 369 лѣтъ, протекшихъ отъ введенія Юліанскаго календаря до 1-го Никейскаго собора въ 325 г., когда юліанское счисленіе было принято Христіанскою Церковью, накопилось 11 м. 12 с.$\times$369 или почти 3 сутокъ. Отъ этого весеннее равноденствіе, бывшее въ 44 г. до Р. Х. 21 марта, передвинулось на 18 марта. Эти три дня были отброшены, и равноденствіе опять перешло на 21 марта, но мѣръ къ исправленію календаря принято не было. Въ 1582 году, чрезъ 1257 лѣтъ послѣ Никейскаго собора, снова обнаружилась разница, уже болѣе значительная и равная 11 м. 12 с.$\times$1257, или около 10 дней. Чтобы привести равноденствіе опять на 21 марта, папа Григорій XIII повелѣлъ на слѣдующій день, послѣ четверга 4-го октября, т. е. въ пятницу, считать не 5-е октября, а 15. Такъ какъ 11 м. 12 с.$\times$400 составляютъ съ небольшимъ 3 сутокъ, и, слѣдовательно, въ 400 юліанскихъ годовъ накопляется три лишнихъ дня, то на будущее время принято считать въ продолженіе 4-хъ столѣтій високосными не 100 годовъ, а только 97. Это требованіе выполняется весьма просто. По юліанскому календарю годы, которыхъ нумера оканчиваются двумя нулями,—високосные, напримѣръ 1600, 1700, 1800, 1900, но папа Григорій предписалъ ихъ считать високосными только въ томъ случаѣ, если нумеръ года

по отнятіи двухъ нулей дѣлится безъ остатка на 4. Слѣдовательно, годъ 1600 есть високосный, годы: 1700, 1800 и 1900—простые. Это лѣтосчисленіе называется *григоріанскимъ* или *новымъ стилемъ;* оно принято западною церковью. Въ 1582 году, разность между календарями юліанскимъ и григоріанскимъ была 10 дней; въ 1600 эта разность не измѣнилась, потому что по обоимъ стилямъ 1600 годъ былъ високосный, въ 1709 разность увеличилась на одинъ день, 1800—еще на одинъ день. Такимъ образомъ, въ настоящемъ столѣтіи разность въ счетѣ времени равна 11 днямъ. Если наприм. мы считаемъ 24-е іюля, то по новому стилю будетъ 5-е августа. Григоріанскій годъ мало отличается отъ тропическаго; 400 григоріанскихъ годовъ содержатъ 303 простыхъ года и 97 високосныхъ, а потому одинъ григоріанскій годъ равенъ $\frac{365.400+97}{400}$, что составляетъ 365 сут. 5 ч. 49 м. 12 с. Слѣдовательно григоріанскій годъ длиннѣе тропическаго на 24 с. Въ 3600 лѣтъ это составитъ однѣ сутки.

X.

63. **О земныхъ глобусахъ и географическихъ картахъ.**—Земля подходитъ очень близко къ формѣ шара; поэтому все находящееся на земной поверхности: материки, острова, горы, рѣки и проч. можно изобразить на шарѣ, который тогда называется *земнымъ глобусомъ.* Глобусы приготовляются небольшихъ размѣровъ, и потому, если имѣютъ надобность въ изображеніи разныхъ частей земли съ большею подробностію, прибѣгаютъ къ *географическимъ картамъ,* представляющимъ земную поверхность на плоскости. Такъ какъ шаровую поверхность нельзя разложить на плоскости безъ складокъ и разрывовъ, то и земную поверхность невозможно во всей точности изобразить на плоскости. Чтобы карты были вѣрнѣе, придумали для черченія ихъ особые способы, называемые *проэкціями* [1]). Мы разсмотримъ вкратцѣ нѣкоторые изъ нихъ.

Чтобы построить карту, необходимо умѣть представить на плоскости сѣть меридіановъ и параллелей, потому что пересѣ-

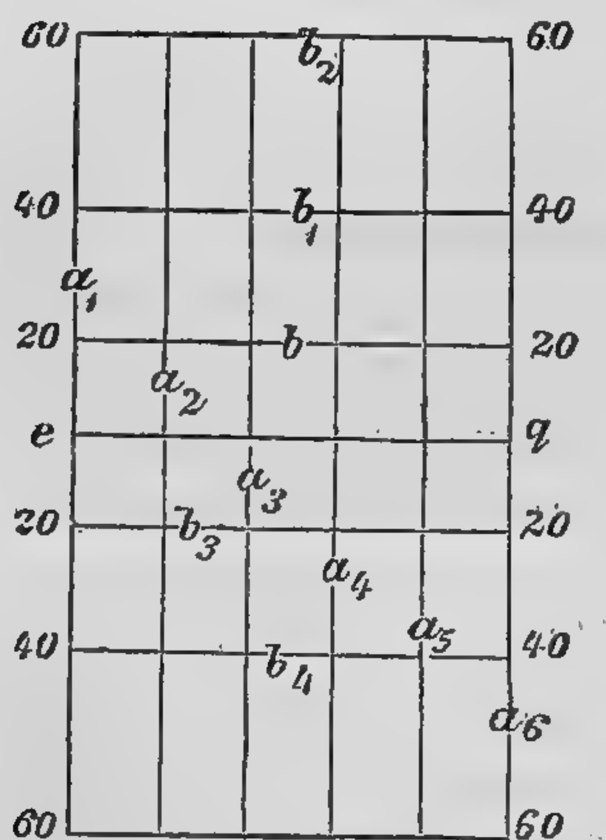
---

[1]) Лат. projicio—бросаю.

ченіе этихъ двухъ линій опредѣляетъ положеніе точки земной поверхности. Итакъ для каждой проэкціи нужно указать построеніе меридіановъ и параллелей.

1) *Проэкція меркаторская.* По проэкціи Меркатора, меридіаны изображаютъ параллельными, равно отстоящими другъ отъ друга, прямыми линіями a_1, a_2, a_3, a_4... (фиг. 68). Экваторъ eq и параллели широтъ b_1, b_2, b_3... также изображаются параллельными прямыми линіями, перпендикулярными къ первымъ a_1, a_2, a_3... Принявъ одинъ меридіанъ за первый, на карту наносятъ точки земной поверхности по ихъ широтѣ и долготѣ.

По этой проэкціи длина градусовъ параллелей широтъ имѣетъ одинаковую величину съ длиною градусовъ экватора, что несправедливо. Если принять разстояніе между параллелями одинаковымъ съ разстояніемъ между меридіанами, то очертанія изображенныхъ на картѣ экваторіальныхъ странъ будутъ близки къ дѣйствительнымъ, а болѣе удаленныя—сильно искажены, онѣ представятся расширенными отъ востока къ западу. Чтобы соблюсти пропорціональность частей, разстоянія между параллелями увеличиваютъ, по мѣрѣ ихъ удаленія отъ экватора, въ такомъ же отношеніи, въ какомъ увеличены градусы самыхъ параллелей. Несмотря на то, страны лежащія у самыхъ полюсовъ, до такой степени искажаются, что ихъ на карту не наносятъ.



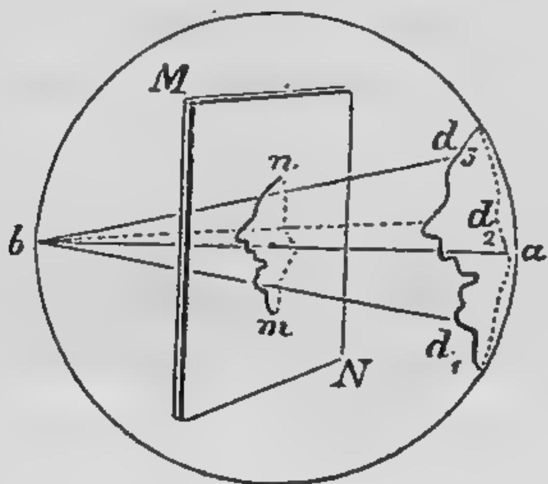
Фиг. 68.

2) *Стереографическая проэкція*[1]. Перспективой (лат. perspicio замѣчаю) точки называется пересѣченіе прямой соединяющей эту точку съ нѣкоторою неподвижною точкой, точкой зрѣнія, и нѣкоторой неподвижной плоскости, плоскости перспективы. Стереографическая проэкція точки земной поверхности есть перспектива этой точки, когда точка зрѣнія находится въ какой-нибудь точкѣ земной поверхности и плоскость перспективы есть большой кругъ, имѣющій полюсомъ точку зрѣнія. Изъ точки a

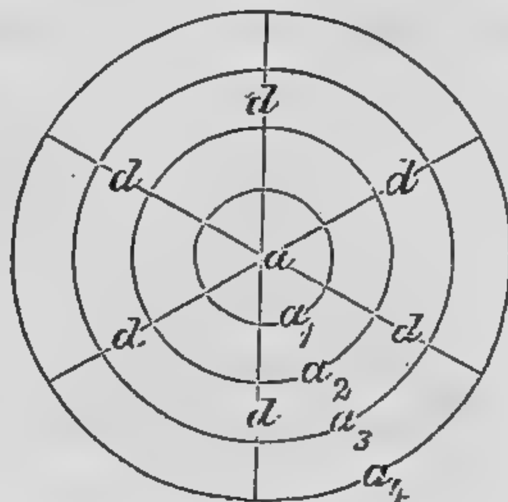
[1]) Греч. φοτέρεος твердый, тѣлесный и γράω пишу, рисую.

(фиг. 69), лежащей по срединѣ страны, которую предполагаютъ нанести на карту, проводятъ діаметръ ab; перпендикулярно къ нему, чрезъ центръ земного шара, воображаютъ плоскость MN, которую назовемъ плоскостью проэкцій. Разныя точки d_1, d_2, d_3 страны соединяютъ прямыми линіями bd_1, bd_2, qd_3 съ точкой b, діаметрально противоположной срединѣ страны a; пересѣченія этихъ линій съ плоскостью проэкцій даютъ стереографическую карту mn. Сначала чертятъ, меридіаны и параллельные круги, а потомъ по широтамъ и долготамъ наносятъ точки земной поверхности.

Если точка a есть географическій полюсъ, то экваторъ будетъ плоскостью проэкцій. Меридіаны представляются прямыми лині-

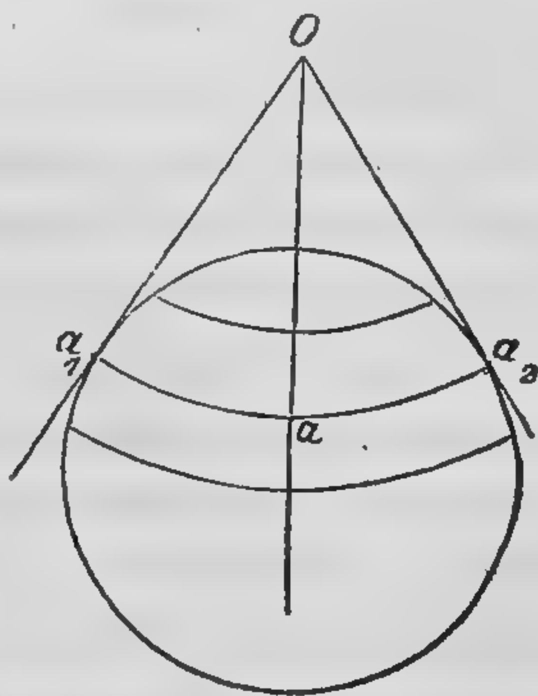


Фиг. 69.



Фиг. 70.

ями d (фиг. 70), параллели широтъ—концентрическими кругами a_1, a_2, a_3. Это—*полярная стереографическая проэкція*. Если точка a лежитъ на экваторѣ, то плоскость проэкцій будетъ одинъ изъ меридіановъ. Тогда экваторъ и меридіанъ, проходящій чрезъ средину карты, изображаются прямыми линіями; всѣ прочіе меридіаны и параллели широтъ окружностями. Это—*экваторіальная стереографическая проэкція*.

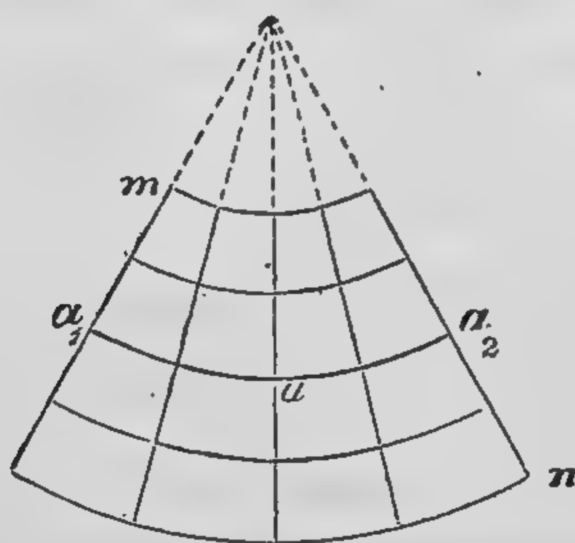


Фиг. 71.

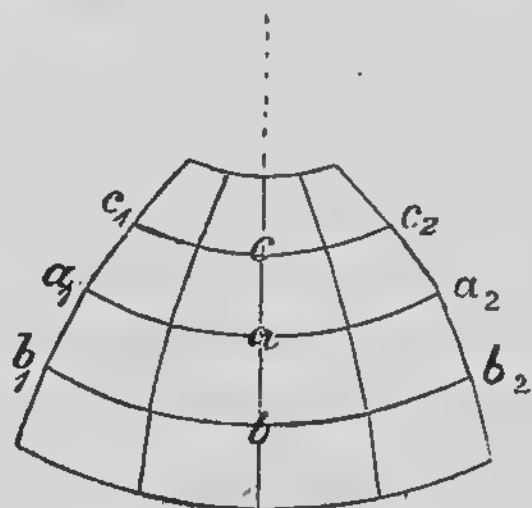
3) *Коническая проэкція.* Вообразимъ земной шаръ (фиг. 71) и проведемъ касательныя линіи aO, aO_1, aO_2, къ окружности параллели a_1aa_2, проходящей по срединѣ пояса, переносимаго на карту; эти линіи пересѣкутся въ общей точкѣ O, лежащей на продолженіи земной оси, и дадутъ прямой конусъ Oa_1aa_2.

Каждую точку земной поверхности наносятъ на поверхность конуса, отходя по ту или другую сторону срединной параллели a_1aa_2 на такое же разстоянiе, на какомъ находится эта точка на земной поверхности отъ той же параллели. Затѣмъ, развернувъ конусъ (фиг. 72), мы будемъ имѣть географическую карту mn по конической проэкцiи. Въ ней меридiаны изображаются прямыми линiями, сходящимися въ одной и той же точкѣ; параллели суть концентрическiя дуги. По конической поверхности довольно вѣрно изображаются части, лежащiя около срединной параллели a_1aa_2; страны, болѣе удаленныя, представляются расширенными.

4) *Проэкцiя Бонна* есть измѣненiе конической и даетъ болѣе вѣрныя изображенiя. На параллеляхъ $\mathfrak{b}_1\mathfrak{b}\mathfrak{b}_2$ и c_1cc_2 (фиг. 73),



Фиг. 72.



Фиг. 73.

лежащей по обѣ стороны срединной параллели a_1aa_2, откладываютъ дуги, равныя дугамъ этихъ параллелей на земной поверхности. Тогда меридiаны изобразятся ломанными линiями; отъ руки имъ даютъ кривизну. По проэкцiи Бонна обыкновенно чертятъ всѣ географическiя карты.

5) Ортографическая проэкцiя [1]). Ортографическая проэкцiя точки есть основанiе препендикуляра, опущеннаго изъ этой точки на плоскость проэкцiй. За плоскость проэкцiй обыкновенно берутъ плоскость экватора или меридiана. Ортографическая проэкцiя употребляется между прочимъ для изображенiя луны, которая сама представляется намъ въ такой проэкцiи.

6) Гномоническая или центральная проэкцiя. Точка зрѣнiя въ центрѣ шара; поверхность же шара изображаютъ на любой касательной плоскости.

[1]) ό ϑ прямой, отвѣсный.

XI.

64. **О природномъ разумѣ въ отношеніяхъ свѣтилъ между собою и о всеміриомъ тяготѣніи.** Разсматривая нашу солнечную систему, мы видимъ, слѣдующія физическія явленія: центральное свѣтило—это солнце, оно представляетъ собою планету горѣнія. Для поддержанія своего горѣнія, солнце нуждается въ притокѣ кислорода и космической матеріи горѣнія, иначе оно сгорѣло бы само все безъ остатка и потеряло свою силу и значеніе въ міровой жизни. Кислородъ, какъ извѣстно, вырабатывается растеніями, которыми обильно снабжена наша земля и всѣ окружающіе солнце планетные міры; кислородъ этотъ вырабатывается только благодаря солнечной теплотѣ; стало быть солнце и планеты, для своей жизнедѣятельности, нуждаются другъ въ другѣ. Эта зависимость наглядно выражается въ ихъ взаимныхъ притяженіяхъ. Планеты вертятся вокругъ солнца для того, чтобы получить отъ него всѣми сторонами своего тѣла теплоту и въ то же время сматываютъ съ себя какъ катушки ленты кислорода. Кислородъ въ соединеніи съ водородомъ летитъ по направленію солнца и сгорая на немъ производитъ страшныя возмущенія благодаря необыкновенной энергіи водорода, который накаляясь при этомъ отъ солнечнаго жара, возвращается обратно къ планетамъ въ формѣ лучистой теплоты, столь необходимой для поддержанія жизни тѣхъ же растеній.

Если бы обмѣнъ матеріи между солнцемъ и планетами происходилъ только въ одномъ направленіи обмѣна кислорода на лучистую теплоту, то солнце поминутно сгорая, а планеты поминутно выдѣляя изъ себя кислородныя массы, въ концѣ концовъ уничтожали бы другъ друга и такимъ образомъ, замерли бы въ своемъ существованіи, а съ ними вмѣстѣ замерла бы и самая солнечная система.

Для поддержанія взаимной энергіи между собою, и солнце и планеты, нуждаются въ притокѣ космической матеріи, эта-то матерія и приходитъ къ нимъ извнѣ въ формѣ кометъ, туманностей, аэролитъ, болидъ, леонидъ и т. д.

Изъ астрономическихъ наблюденій намъ извѣстно, что всѣ

хвостатые міры влекутся какою то внѣшнею силою противъ системы солнечнаго движенія. Эта внѣшняя сила и есть то міровое теченіе, противъ котораго движутся наши шаровидные міры, ежеминутно вертясь на своихъ осяхъ. Разсматривая органы движенія земли, мы видимъ, что они заключаются въ ея горахъ приспособленныхъ такимъ образомъ, что одни изъ нихъ сообщаютъ землѣ круговое движеніе около своей оси, а другія въ формѣ лопасти винта, даютъ направленію боковое движеніе по линіи самой оси; такимъ образомъ благодаря толкательной силѣ солнечной теплоты, земля наша пріобрѣтаетъ сразу три движенія— одно вращательное непосредственно около своей оси, другое, вращательное же по орбитѣ годичнаго круга, описываемаго ею вокругъ нашего солнца и третье поступательное передовое, сотвѣтствующее движенію всѣхъ видимыхъ міровъ и идущее въ направленіи противоположномъ общеміровому теченію. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что и всѣ остальные планетные міры нашей солнечной системы обладаютъ такими же органами движенія, иначе они или не совершали бы орбитныхъ движеній около солнца или не слѣдовали его системѣ, отставая или уносясь черезчуръ впередъ, и такимъ образомъ уходили бы изъ общаго круга, необходимаго для питанія солнца кислородомъ съ одной стороны и для полученія лучистой теплоты солнца съ другой, дабы поддержать на планетѣ растительное царство.

Питаніе Солнца и планетъ его окружающихъ. Хотя Солнце наше есть планета горѣнія, тѣмъ не менѣе и оно обладаетъ такими же органами движенія, какъ и холодныя планеты. Нагляднымъ доказательствомъ служитъ верченіе нашего солнца около своей оси, происходящее въ $25^1/_2$ дней.

Если лучистая теплота солнца, есть сила толкательная, то и обратный притокъ съ планетъ на солнце, кислородоводородныхъ массъ долженъ обладать тѣми же качествами, но такъ какъ всѣ планеты вмѣстѣ взятыя, составляютъ только $^1/_{550}$ часть величины солнца, то очевидно, что и сила воздѣйствія ихъ на послѣднее, гораздо слабѣе дѣйствія лучистой теплоты, а потому и движеніе медленнѣе. Впрочемъ, быстрота движенія солнца вовсе и ненужна; двигайся оно на своей оси верченія съ быстротою планетъ, оно бы ушло далеко впередъ за планеты; такимъ образомъ нарушилась бы міровая гармонія нашей солнеч-

ной системы и міры ее составляющіе, погибли бы преждевременно.

Разсмотрѣвши одно положеніе планетъ къ солнцу, какъ имѣющее обоюдную связь поддержанія горѣнія съ одной стороны и растительнаго царства съ другой, теперь слѣдуетъ перейти къ системѣ питанія солнца космическимъ матеріаломъ, необходимымъ для постояннаго горѣнія.

Если бы солнце оставалось одно въ природѣ безъ планетныхъ помощниковъ, то пользованіе его хвостатыми мірами, какъ то: кометами, аэролитами, болидами и т. д., могло происходить только тогда, когда эти продуктные міры находились бы съ нимъ на одной прямой линіи движенія солнца и мірового теченія: во всѣхъ другихъ положеніяхъ ни комета, ни болиды на солнце не падали бы, такъ какъ толкательная сила лучистой теплоты солнца отклоняла бы ихъ въ стороны и они проходили бы такимъ образомъ мимо, не оставляя на солнцѣ своихъ частей.

Для того, чтобы солнце получало свое питаніе, премудро сложилась въ природѣ солнечная система. Всѣ планеты, вертясь по своимъ орбитамъ, сматываютъ съ себя ленты кислородо-водорода; такимъ образомъ между солнцемъ и планетами получается какъ бы кислородо-водородная громадной величины корзинка, сквозь которую никакая комета проскочить уже не можетъ, а напротивъ подчиняясь этому теченію, она быстро несется на солнце и падая на него всею своею массою, сгораетъ въ его огнѣ, ежеминутно поддерживаемомъ кислороднымъ теченіемъ планетъ; остатки же кометы, уносясь за предѣлы нашей солнечной системы, вновь несутся въ міровомъ пространствѣ по его теченію до тѣхъ поръ, пока не подпадутъ вліянію новыхъ солнечныхъ системъ, встрѣчаемыхъ ими на своемъ пути.

Если принять разстояніе планеты Нептунъ отъ солнца въ 4170 милліоновъ верстъ за радіусъ того круга солнечной системы, который представляетъ собою какъ бы мережку или корзинку, излавливающую космическіе міры, служащіе питаніемъ солнца, то получится окружность этой мережки болѣе чѣмъ въ 26,211 милліоновъ верстъ и все, что попадаетъ изъ космическихъ міровъ въ эту окружность уже несется сначала медленно, а потомъ съ быстротою болѣе 600 верстъ въ минуту, прямо по направленію солнца и служитъ продуктомъ поддержанія его го-

рѣнія или лучше выразиться — продуктомъ питанія нашего солнца.

Вотъ въ общихъ и краткихъ чертахъ та тѣсная связь, которая существуетъ между солнцемъ, его планетами и тѣми хвостатыми мірами, которые проходятъ нашу солнечную систему. Изъ этихъ взаимныхъ отношеній не трудно убѣдиться, что въ движеніи всей солнечной системы существуетъ свой глубокій разумъ, заставляющій невольно предполагать и убѣждаться, что какъ солнце, такъ равно и астероиды и планеты, есть живыя существа, живущія своею міровою жизнью и имѣющія свой собственный разсудокъ, заставляющій ихъ подчиняться общимъ требованіямъ своей системы.

Мы разсмотрѣли сейчасъ способъ питанія нашего солнца космическими мірами, при помощи кислородо-водородныхъ теченій, происходящихъ отъ планетныхъ міровъ, тѣми же продуктами, въ свою очередь, пользуются и сами планеты для своего увеличенія въ объемѣ и поддержанія жизнедѣятельности. Видимые нами въ ночную пору болиды и падающія звѣзды, суть тѣ космическіе міры, которые падаютъ на землю, но прежде своего паденія, попадая въ атмосферу земли, они несутся въ ней съ необыкновенною быстротою, развивая сильную теплоту при треніи объ азотъ; находящійся среди азота кислородъ сгораетъ отъ жара, а раскаленный при этомъ водородъ рветъ болидъ на части и мелкою пылью послѣдняго, а иногда и цѣлыми незначительными кусками, посыпаетъ нашу землю, а такъ какъ на нее, кромѣ невидимыхъ, ежегодно падаетъ болѣе 7 милліоновъ однихъ видимыхъ уранолитовъ, то въ историческіе и до историческіе вѣка нашей планеты, это составитъ довольно крупный элементъ ея увеличенія.

То, что совершается съ падающими уранолитами на нашей землѣ, свойственно всѣмъ планетнымъ мірамъ солнечной системы. Это обстоятельство доказалъ германскій ученый Швабе въ своихъ изслѣдованіяхъ Юпитера и солнечныхъ пятенъ.

Величайшій астрономъ конца 18-го и начала 19 столѣтій Гершель говоритъ: „разумность отношеній нашего солнца къ своимъ спутникамъ и обратно, представляетъ собою общее міровое явленіе всѣхъ солнечныхъ системъ“.

Стало быть, всѣ видимые нами міры, представляютъ какъ бы

сколокъ жизни нашей солнечной системы, съ ея разумными проявленіями.

Этотъ-то разумъ я и назову теперь міровымъ разумомъ, тогда какъ до сихъ поръ господами учеными онъ назывался теоріею мірового тяготѣнія, въ основаніе которой приводилась система какого-то якобы взаимнаго притяженія звѣздъ между собою; тогда какъ изъ научныхъ изслѣдованій уже видно, что видимыя нами звѣзды есть незначительныя точки въ сравненіи съ тѣми пространствами въ которыхъ онѣ находятся, а потому и самая система взаимнаго между ними притяженія ни на чемъ не основана, т. е. не имѣетъ ровно никакихъ данныхъ, почему именно міры, имѣя свое собственное движеніе, остаются цѣлыя тысячелѣтія видимо въ одномъ положеніи другъ къ другу и почему хвостатыя звѣзды идутъ всегда въ сторону противоположную звѣздамъ сфероидамъ, точно такъ, какъ и сфероиды планеты вертятся всю жизнь вокругъ своего солнца.

Система мірового тяготѣнія уже и потому имѣетъ за собою мало вѣроятія, что если допустить въ ней систему неразумнаго притяженія, то тогда міры должны постоянно сталкиваться между собою, чего мы въ природѣ звѣздъ не замѣчаемъ. Что же касается до системы орбитныхъ движеній планетъ вокругъ своего солнца, то при системѣ мірового тяготѣнія онѣ совершенно непонятны, а тѣ доказательства, которыя имѣются въ нашихъ прежнихъ учебникахъ, предполагающихъ въ каждой точкѣ движенія планеты двѣ противоположныя точки давленія внѣшнихъ силъ, а отсюда движеніе планеты по діагонали параллелограма силъ, эти доказательства, не имѣютъ за собою рѣшительно никакихъ научныхъ основъ и крайне проблематичны.

65. **Общій составъ солнечной системы.** Наша солнечная система состоитъ изъ слѣдующаго состава звѣздъ: а) центральное свѣтило или солнце, представляетъ собою планету горѣнія, б) планеты Меркурій, Венера, Земля, Марсъ, Юпитеръ, Сатурнъ, Уранъ и Нептунъ вертятся вокругъ солнца по своимъ орбитамъ, вырабатывая въ пользу его кислородъ, который въ соединеніи съ водородомъ ежеминутно летитъ для поддержанія солнечнаго горѣнія, в) спутники планетъ или луны, г) астероиды, д) туманности или кометы, е) космическіе остатки—аэролиты, болиды и леониды.

Солнце. Міровое значеніе его заключается, во-первыхъ, въ поддержаніи жизни растеній и животныхъ на планетахъ, а во-вторыхъ, въ рожденіи астероидъ, появленіе которыхъ, какъ вулканическихъ міровъ, только и возможно отъ одного солнца.

Планеты представляютъ собою лабораторію кислородоводороднаго газа, летящаго на солнце, какъ продуктъ необходимый для его горѣнія, безъ котораго оно существовать не можетъ.

Луна есть электроидъ своей планеты. Если бы у планетъ не было луны, то та часть ихъ, которая уклонялась бы въ сторону противоположную солнцу, постоянно замирала въ своей жизнедѣятельности и вырабатываемый планетою газъ прерывался въ своемъ выдѣленіи на всю ночную пору, такъ какъ во все это время замиралъ бы и міръ растеній; такимъ образомъ, планета не достигала бы своего лабораторнаго значенія. Чѣмъ дальше планета отстоитъ отъ солнца, тѣмъ больше имѣетъ спутниковъ; ближайшія къ солнцу планеты Меркурій и Венера, повидимому, вовсе около себя спутниковъ не имѣютъ; это можетъ происходить по двумъ причинамъ: первое потому, что близость разстоянія ихъ отъ солнца даетъ возможность лучамъ послѣдняго охватывать ихъ далеко больше половины своей массы и такимъ образомъ отражательнымъ свѣтомъ лучей солнца, при помощи атмосферы послѣднихъ, давать свѣтовое проявленіе и теплоту въ сторону противоположную солнечному нагрѣву или же, вслѣдствіе отдаленности отъ насъ этихъ планетъ, при томъ, обращенныхъ къ намъ въ большинствѣ случаевъ темною, неосвященною солнечными лучами стороною, мы не можемъ разсмотрѣть окружающихъ ихъ спутниковъ, или лунъ. Послѣднее вѣроятіе имѣетъ для себя болѣе всего основаній уже и потому, что видимыя нами астероиды, только и могли быть изслѣдованы въ области своего движенія между Марсомъ и Юпитеромъ, т. е. въ сторонѣ постоянно освѣщенной для насъ лучами солнца и въ наименьшемъ, сравнительно другихъ планетъ, разстояній. Нѣтъ сомнѣнія, что каждая планетная луна, была предварительно астероидою, а потомъ уже, вслѣдствіе міровыхъ законовъ, сдѣлалась слугою своей планеты, а такъ какъ земля наша имѣетъ тоже спутника луну, то стало быть міръ астероидъ находится не только между Марсомъ и Юпитеромъ, но и въ пространствахъ ближайшихъ къ солнцу.

Астероиды есть дѣти нашего солнца, носящіяся въ пространствѣ солнечной системы до тѣхъ поръ, пока не подчинятся вліянію какой-нибудь планеты и не превратятся въ луну или ея спутника.

Комета есть остатокъ разложившейся солнечной угасшей системы. Первоначально за предѣлами нашей солнечной системы, комета представляется туманнымъ пятномъ, приближаясь къ системѣ пріобрѣтаетъ овальную форму, а попадая въ струю кислородоводороднаго теченія, растягивается въ линію ядра съ расплывшимся хвостомъ, величина котораго зависитъ оттого, находится ли комета въ центрѣ этого теченія или же только примыкаетъ къ краямъ его; въ первомъ случаѣ большой и раскидистый хвостъ, а во второмъ незначительная тонкая свѣтовая струя.

Болиды, леониды, аэролиды есть тоже продуктъ отжившихъ солнечныхъ системъ, вѣроятно прошедшихъ въ формѣ кометъ чрезъ какое либо солнце, они представляютъ собою разрознен ную массу единичныхъ мелкихъ космическихъ остатковъ.

66. **Міровая схема звѣздъ.** Міровая схема звѣздъ представляетъ собою звѣзды одиночныя, двойныя, звѣздныя кучи, планеторныя туманности и млечный путь.

Хотя видимыя нами звѣзды имѣютъ очень разнообразныя цвѣта, тѣмъ не менѣе всѣ одиночныя звѣзды можно раздѣлить только на три части, а именно: или они блещутъ самостоятельнымъ переливнымъ свѣтомъ и представляютъ собою солнца или же въ нихъ проявляется болѣе своего собственнаго, отражательный свѣтъ другихъ солнцъ и онѣ называются тогда планетами, или же въ нихъ отражается свой собственный устойчивый свѣтъ, такая звѣзда является въ природѣ звѣздою неопредѣленнаго характера и можетъ быть отнесена или къ системѣ солнцъ далеко отстоящихъ отъ кругозора нашего зрѣнія, или же она есть продуктъ, совершенной планеты, живущей самостоятельною жизнью, но не дошедшей еще до степени солнечнаго каленія.

Двойныя звѣзды носятъ въ себѣ два характера: или онѣ видимыя съ нашей земли солнца и тогда очевидно, что меньшая звѣзда есть очень крупная, сопутствующая своему солнцу планета, или же звѣзда эта по своимъ свѣтовымъ признакамъ не имѣетъ характера солнца и тогда очевидно, что она представ-

ляетъ собою естественную пару сближенія двухъ равнозначущихъ планетныхъ звѣздъ.

Звѣздныя кучи представляютъ собою скопленіе звѣздъ видимое иногда простымъ глазомъ въ формѣ свѣтоваго пятна. Нѣкоторыя изъ этихъ кучъ имѣютъ внутри себя двойную звѣзду, а нѣкоторыя звѣзду красноватаго свѣта. Спектръ ихъ всегда безпрерывный, планетный, а потому легко допустить, что звѣздныя кучи есть солнечныя системы, только болѣе сконцентрированныя, чѣмъ наша.



Планетарный туманъ въ созвѣздіи. Aquarius, N. G. C. 4628.



Звѣздный туманъ въ созвѣздіи. Auriga, N. G. C. 1137.

Планеторныя туманности есть ничто иное, какъ отживающія или уже отжившія солнечныя системы; онѣ отличаются одна отъ другой по спектральнымъ анализамъ. Есть туманности, которыя даютъ непрерывный планетный спектръ (туманъ Андромеды); есть туманности, дающія спектръ раскаленныхъ газовъ; (туманъ Водолея), и есть туманности дающія оба спектра разомъ (туманъ Возничнаго). Всматриваясь въ фотографическія снимки этихъ туманностей, мы видимъ, что туманность Водолея совершенно закончила свое существованіе и вмѣстѣ со своими спут-

никами превратилась въ какія то продолговатыя, кольцеобразныя массы. Туманность Возничаго близка къ ней по виду, но въ серединѣ ея горитъ еще тройная звѣзда, которая, видимо и даетъ непрерывный свѣтъ планеты. Что касается до туманности Андромеды, то она до сихъ поръ еще окружена живыми звѣздами, хотя и угасающими, такъ какъ свѣтовыя проявленія ихъ не увеличиваются, а уменьшаются въ своемъ объемѣ, переходя изъ звѣзды 6-ой величины въ звѣзды 8-ой, 12-ой и наконецъ совсѣмъ пропадаютъ.



Туманъ въ созвѣздіи Андромеды. N. G. C. 116 M. 31. (Гершель).

Млечный путь представляетъ собою миріады звѣздъ сконцентрированныхъ кольцеобразно въ неизмѣримом отъдаленіи около видимыхъ нами свѣтилъ, въ мѣстности расположенной по направленію сѣвернаго и южнаго полюсовъ земли на высотѣ подъема отъ нихъ въ 5 градусовъ.

Всѣ эти звѣзды млечнаго пути какъ бы слились въ одну общую съ нѣкоторыми развѣтвленіями бѣлесоватую массу, отъ которой получили свое названіе и представляютъ собою средоточіе всѣхъ видовъ звѣздъ, изложенныхъ въ міровой схемѣ.

Такъ какъ млечный путь въ тысячелѣтнія историческія существованія нашей земли, несмотря на безпрерывное и скорое движеніе, относительно ея не измѣнилъ нисколько своего положенія, то мы въ правѣ думать, что онъ представляетъ собою горизонтъ видимыхъ нами свѣтилъ и такимъ образомъ даетъ понятіе намъ на землѣ, что все видимое нами движеніе планетъ есть плоскостное, т. е. совершающееся какъ бы въ морскомъ или водномъ пространствѣ. Кажущаяся неподвижность видимыхъ нами созвѣздій еще болѣе подтверждаетъ этотъ взглядъ, такъ какъ при другихъ условіяхъ жизни, всѣ созвѣздія непре-

мѣнно должны были бы расползаться въ разныя стороны, соотвѣтственно животнымъ требованіямъ ихъ міровой жизни.

XII.

67. **Систематическое распредѣленіе планетныхъ міровъ по степени своего развитія.** Такъ какъ всѣ видимыя нами сфероидальныя звѣзды, есть несомнѣнно живыя существа, то чрезвычайно важно для науки опредѣлить степень ихъ развитія, т. е. степень участія въ міровой жизни и время существованія.

Первую группу очевидно должны представлять планеты миніатюры или астероиды. Какъ дѣти міровой жизни, онѣ не имѣютъ опредѣленныхъ орбитъ и носятся въ пространствѣ подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей, до тѣхъ поръ, пока не подпадутъ вліянію какой-либо планеты, получая тогда названіе спутника этой планеты или Луны.

Второй видъ міровой жизни это луна, которая какъ электроидъ своей планеты, входитъ уже въ міровое сослуженіе и служитъ къ поддержанію на своей планетѣ растительнаго царства.

Третій видъ, это планета, она есть лабораторія для выработки кислорода, необходимаго солнцу для поддержанія его горѣнія, а съ тѣмъ вмѣстѣ и поддержанію существа всей солнечной системы.

Четвертый видъ, это двойная звѣзда представляющая собою естественное сближеніе двухъ звѣздъ—брачную пару. Основнымъ условіемъ этого сближенія, служитъ высыханіе планетъ до самовозгаранія, т. е. до превращенія въ солнце.

Пятый видъ, это солнце. Поддерживая своею теплотою существованіе всѣхъ планетъ и ихъ спутниковъ своей системы, оно въ тоже время творитъ новые міры—астероиды и путемъ общихъ усилій стремится захватить лежащій на пути его космическій міръ, необходимый для ихъ общаго питанія. Фламмаріонъ въ изслѣдованіяхъ планеты Меркурій, утверждаетъ, что во время затменій около нашего солнца видимы въ трубѣ кучи астероидъ и космическихъ отложеній блуждающихъ около солнца.

Шестой видъ, это планетарныя туманности представляющія собою нѣчто похожее на планеты. Туманности эти, есть разлагающіяся, но еще не остывшія солнечныя системы.

Седьмой видъ, это остывшіе остатки погибшихъ солнечныхъ системъ, они носятся въ пространствѣ въ формѣ туманныхъ тѣлъ сконцентрированныхъ массами—какъ бы въ одно цѣлое—кометы или совершенно разрозненныхъ—аэролиды, болиды, леониды.

Всѣ эти тѣла, не имѣя самостоятельныхъ органовъ движенія, плывутъ въ пространствѣ подчиняясь общему міровому теченію до тѣхъ поръ, пока не подпадутъ вліянію идущихъ имъ на встрѣчу солнечныхъ системъ; здѣсь они ложатся или на солнцѣ, или на окружающіе его планеты, возгараясь въ послѣднемъ случаѣ при треніи своемъ объ атмосферу планетъ.

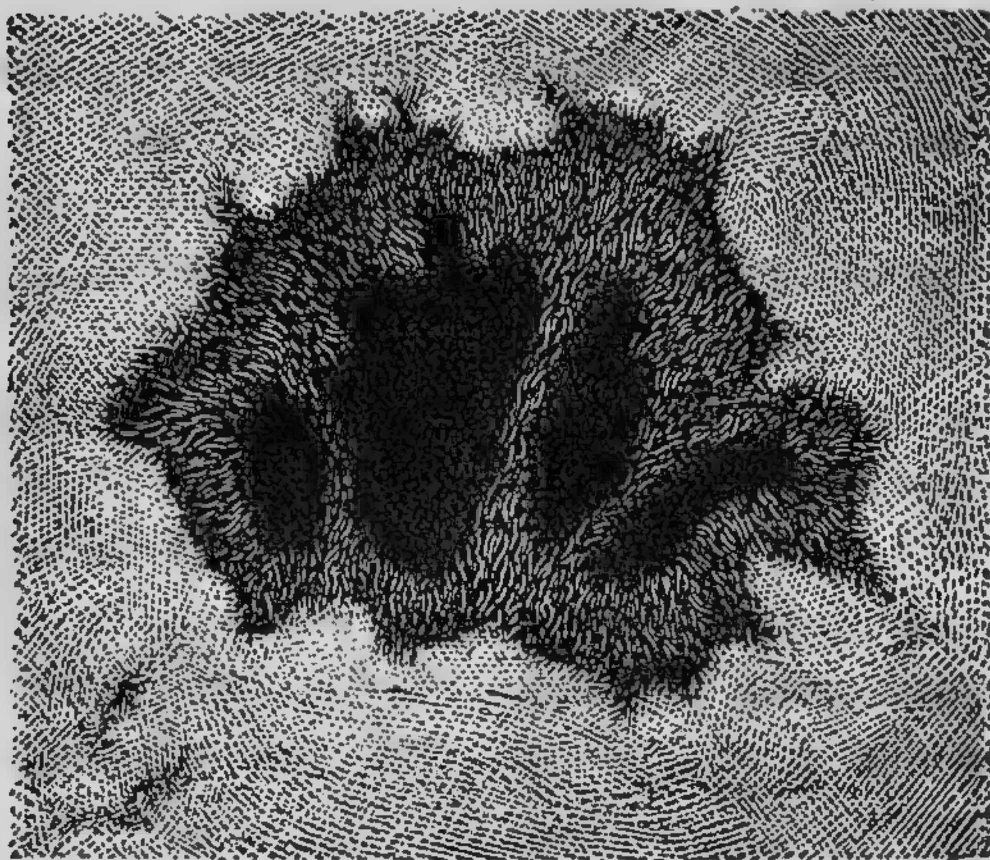
Физическое устройство тѣлъ солнечной системы; солнце и его величина.—Тѣла солнечной системы находятся въ столь большомъ отъ насъ удаленіи, что съ помощью самыхъ сильныхъ телескоповъ нельзя видѣть подробностей на ихъ поверхности и, слѣдовательно, дѣлать несомнѣнныя заключенія объ ихъ физическомъ устройствѣ. Наилучше изслѣдована луна, какъ ближайшее къ землѣ тѣло.

Солнце есть не что иное, какъ звѣзда,—нагрѣтый самосвѣтящійся шаръ огромной величины сравнительно съ землею и луной. Ему мы обязаны всею энергіей: уничтожьте на одинъ только мѣсяцъ солнечные лучи, и жизнь на землѣ умретъ.

Солнце представляется намъ свѣтлымъ дискомъ, видимый діаметръ котораго 32′. При среднемъ разстояніи земли отъ солнца въ 148,7 милл. килом. этотъ угловой діаметръ опредѣляетъ истинный (линейный) діаметръ въ 138300 килом. и поверхность въ 6 билл. кв. килом. Къ намъ слѣдовательно всегда обращена поверхность въ 3 билліона кв. килом. Діаметръ солнца въ 112 разъ болѣе діаметра земли, и, слѣдовательно, объемъ—въ $(112)^3$ или, приблизительно, въ 1400000 разъ болѣе объема земли, а масса почти въ 332000 разъ и въ 550 разъ больше массы всѣхъ планетъ.

68. **Видъ солнца**. Видимая поверхность солнца называется фотосферой (отъ греч. φῶς, φωτός свѣтъ и σφαῖρα шаръ). Если разсматривать солнце помощію телескопа съ большимъ увеличеніемъ, чрезъ цвѣтное стекло, густо окрашенное для ослабленія свѣта, то оказывается, что поверхность этого свѣтила вовсе не такъ однородна, какъ обыкновенно въ общежитіи полагаютъ, а напротивъ представляетъ необычайное разнообразіе въ степени

яркости въ разныхъ своихъ точкахъ. Безчисленное множество свѣтлыхъ и темныхъ полосъ перекрещиваются по всѣмъ возможнымъ направленіямъ, такъ что поверхность солнца имѣетъ сѣтчатообразный, пестрый видъ, который постоянно измѣняется, потому что упомянутыя свѣтлыя и темныя линіи не сохраняютъ своей формы: онѣ закривляются или выпрямляются, становятся ярче или тускнѣютъ. Сильное увеличеніе показываетъ намъ на сравнительно темномъ фонѣ болѣе свѣтлыя точки, похожія на рисовыя зерна. Это—granulae (лат. зерна), вѣроятно, свѣтящіеся облака, плавающія въ менѣе свѣтящейся атмосферѣ. На этомъ измѣняющемся свѣтломъ фонѣ появляются отъ времени до времени такъ называемыя солнечныя пятна, которыя есть ни что иное какъ послѣдствіе упавшихъ на солнце кометъ или уранолитовъ.



Фиг. 78.

На солнечной поверхности замѣчаютъ еще свѣтлыя пространства, называемыя факелами [1]), они по большей части сопровождаютъ пятна, бываютъ или вблизи ихъ, или на внѣшней части полутѣни. Если факелъ стоитъ отдѣльно, то по большей части въ томъ же мѣстѣ скоро образуется пятно.

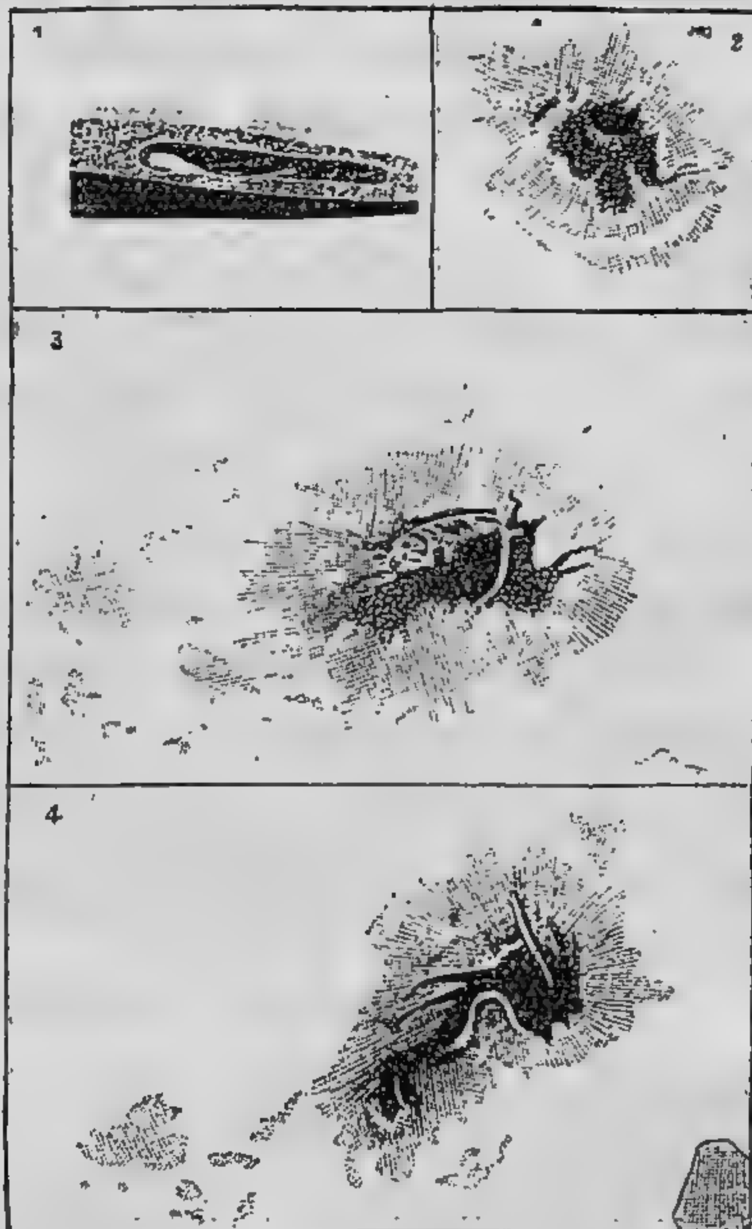
Слѣдя за какимъ либо пятномъ нѣсколько дней съ помощью телескопа, не трудно замѣтить его измѣнчивость. Пятно измѣняется въ своей формѣ, увеличивается или уменьшается, иногда исчезаетъ совершенно, оставляя на своемъ мѣстѣ нѣкоторое время темное пространство; исчезнувшее пятно замѣняется иногда новымъ. Бываетъ такъ, что нѣсколько пятенъ

---

[1]) Отъ лат. fax, facis лучина, факелъ.

сливаются въ одно, или наоборотъ одно пятно разрѣшается на нѣсколько другихъ.

69. **Вращеніе солнца около оси.** Въ противоположность предыдущему, бываютъ пятна, чрезвычайно медленно измѣняющіяся. Они имѣютъ важное значеніе въ томъ отношеніи, что даютъ возможность опредѣлить время обращенія солнца на его оси. Всѣ пятна движутся съ восточнаго края солнца на западный. На восточномъ краѣ они появляются въ видѣ узкой черной полоски, вслѣдствіе перспективы, потомъ все расширяются, но, пройдя середину солнечнаго диска и направляясь къ западному краю, опять съуживаются и наконецъ скрываются. Чтобы пройти отъ восточнаго края солнца до западнаго, пятна употребляютъ, приблизительно, 13,6 дней; затѣмъ движутся на противоположной сторонѣ солнца, невидимой нами. Иныя пятна такъ медленно измѣняются, что ихъ можно узнать, когда они опять черезъ 13,6 дней вступаютъ на видимую часть солнца съ восточной его стороны. Промежутокъ времени, въ который пятно движется вокругъ солнца и возвращается въ то же самое положеніе равно приблизительно 27,25 дня; но этотъ промежутокъ составляетъ не истинный періодъ вращенія солнца, а синодическій, потому что земля упреждаетъ въ теченіи этого періода, такъ что солнце всякій разъ должно повернуться еще на нѣкоторый уголъ, чтобы опять привести пятно въ соединеніе съ землей. Поэтому



Фиг. 79.

$$\frac{1}{T}-\frac{1}{365,25}=\frac{1}{27,25}, \text{ откуда } T=25,35.$$

Впрочемъ, этотъ промежутокъ времени, опредѣляемый помощію различныхъ пятенъ, выходитъ разный. Это показываетъ, что пятна, участвуя вмѣстѣ съ массою всего солнца во вращеніи

около оси, имѣютъ еще свое собственное движеніе; чѣмъ дальше пятно находится отъ солнечнаго экватора и чѣмъ, слѣдовательно, ближе къ полюсамъ, тѣмъ болѣе время оборота пятна около оси. Солнце слѣдовательно вращается около оси не такъ, какъ холодное твердое тѣло, каждая точка котораго совершаетъ полный оборотъ въ одно и то же время (земля, луна, Марсъ).

70. **Солнечная атмосфера.** Солнце представляется намъ въ видѣ огненнаго шара, тѣмъ не менѣе, спектральный анализъ доказываетъ, что оно, какъ и наши планеты, окружено газовою азотною оболочкою, т. е. атмосферою. Какъ велика его атмосфера, опредѣлить трудно, такъ какъ она не поддается телескопическому измѣренію; тѣмъ не менѣе, по зажатой въ ней свѣтовой коронѣ солнца, имѣющей не рѣдко величину въ $2^1/_2$ раза большую солнечнаго діаметра, можно предположить, что солнечная атмосфера, простирается на нѣсколько милліоновъ верстъ.

Поверхность солнца покрыта горящимъ космическимъ матеріаломъ и называется фотосферою. Фотосфера, есть главный очагъ солнечной теплоты, распространяемой имъ въ небесномъ пространствѣ; въ телескопъ, поверхность эта кажется зернистообразною.

Надъ фотосферою, лежитъ хромосфера, имѣющая розовую окраску и состоящая изъ водорода паровъ различныхъ металловъ и минераловъ.

Непосредственно подъ хромосферою, носятся въ видѣ облаковъ различной толщины и величины, водородокислородныя газы носящіе названіе выступовъ или протуберансовъ. Масса водородныхъ отложеній около солнца, заставила господъ астрономовъ предполагать, что солнце имѣетъ водородную атмосферу; взглядъ этотъ очевидно ошибоченъ, такъ какъ онъ идетъ въ разрѣзъ съ физическимъ закономъ и астрономическими изслѣдованіями протуберансовъ.

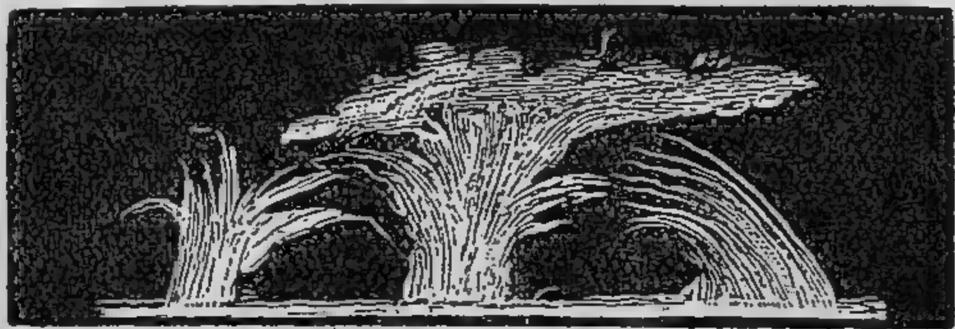
Атмосфера, есть продуктъ самой планеты; водородокислородъ, есть продуктъ растеній, а такъ какъ на солнцѣ нѣтъ и не можетъ быть растеній, то очевидно, что газы эти пришлаго характера.

Внѣшній притокъ водорода характеризуется еще и степенью его нагрѣтости, опредѣляемую спектроскопомъ; такъ на солнцѣ, непосредственно изъ фотосферы, около солнечныхъ пятенъ, а

иногда и въ предшествіи появленія этихъ пятенъ, появляются водородные свѣтлые взрывы, именуемые факелами. Спектръ водорода въ этихъ факелахъ, даетъ фіолетовыя линіи, характеризующія собою самую высшую степень нагрѣтости водорода. Наоборотъ, спектръ видимыхъ въ трубу протуберансовъ, даетъ красную линію въ свѣтлыхъ частяхъ и свѣтлую въ темныхъ; что свидѣтельствуетъ о наименьшемъ каленіи водорода, пришедшаго къ солнцу извнѣ.

Что протуберансъ не есть порожденіе солнца, это доказывается наблюденіями многихъ астрономовъ и между прочимъ особенно рельефно, наблюденіями американскаго астронома Юнга въ 1851 году. Видимый Юнгомъ протуберансъ, опускался въ фотосферу въ теченіе сутокъ 5 колонами и опустившись произвелъ такой страшный взрывъ, что языки пламени, летѣли въ небесное пространство со скоростью 750 верстъ въ секунду, послѣ чего солнечная оболочка приняла нормальный успокоенный видъ горящей планеты.

Высота *выступа* или *протуберанса* доходитъ иногда до 120000 килом. Солнечные выступы представляютъ весьма быстрыя измѣненія. Такъ Ліокіеръ наблюдалъ одну протуберансу высотою болѣе 30000 килом., исчезнувшую въ 10 минутъ безъ всякаго слѣда. Фигура 80 представляетъ одну изъ разнообразныхъ формъ выступовъ. Главная составная часть ихъ—какъ уже сказано выше водородъ съ примѣсью паровъ желѣза, магнія, барія, натрія и друг. Ослѣпительный блескъ солнца не даетъ возможности хорошо видѣть хромосферу и выступы; зато во время полныхъ солнечныхъ затменій, когда дискъ солнца бываетъ покрытъ луною, они дѣлаются видимыми. Ихъ можно равнымъ образомъ наблюдать, располагая передъ глазомъ сочетаніе цвѣтныхъ стеколъ, для ослабленія солнечныхъ лучей или, что еще лучше, закрывая металлическимъ кружкомъ изображеніе солнца, полученное въ телескопѣ, и оставляя непокрытыми хромосферу и выступы. Толщина хромосферы, около 10000

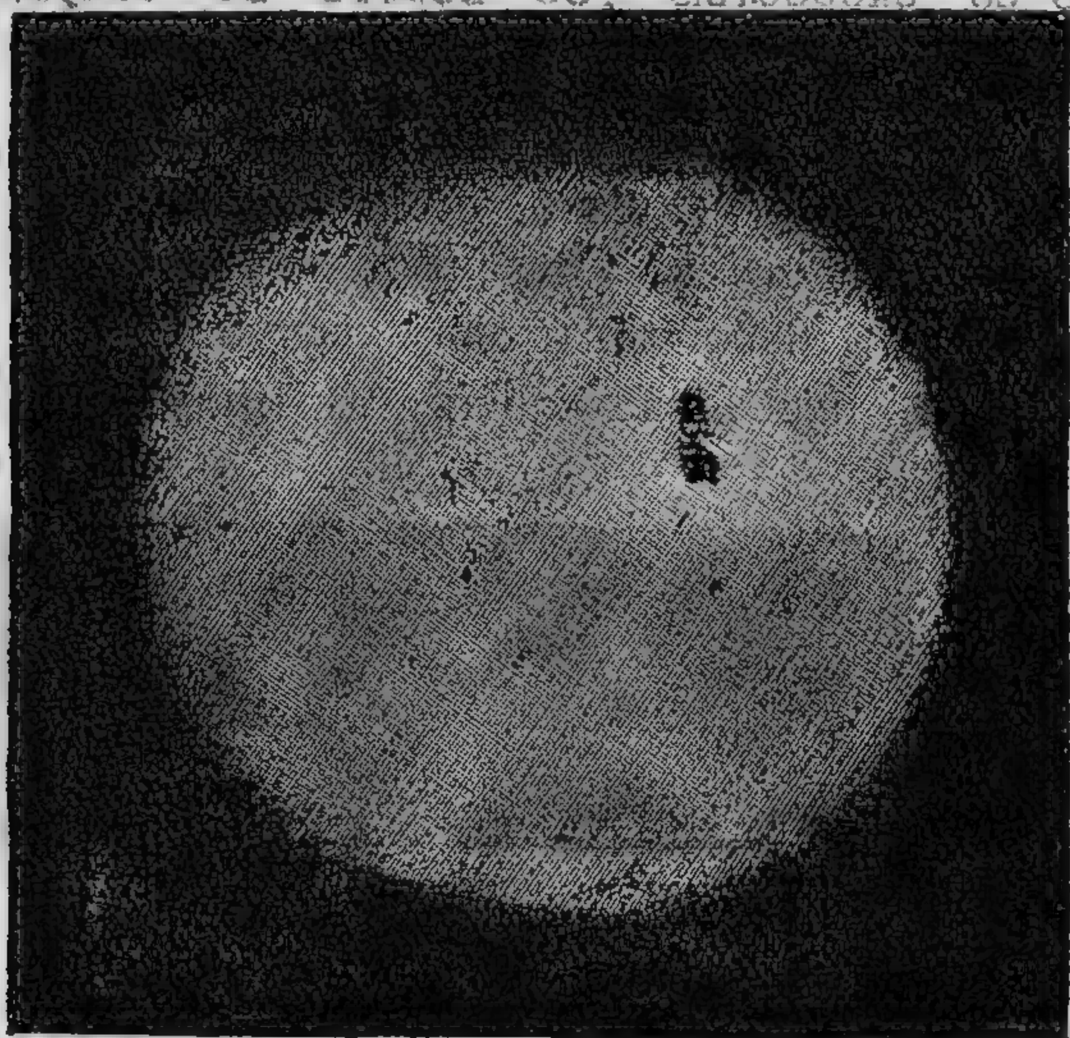


Фиг. 80.

килом. Хромосфера составляетъ средній слой въ солнечной атмосферѣ верхняя же часть имѣетъ видъ бѣлаго сіянія, окружающаго солнце во время полнаго затменія, и называется короной (лат. corona вѣнецъ). Яркость короны, въ 2—3 раза больше полной луны.

71. **Химическій составъ солнца.** Химическій составъ солнца раскрылъ намъ спектральный [1]) анализъ.

Свѣтъ какого-либо источника можно изслѣдовать спетроскопомъ или непосредственно, или пропуская его чрезъ среду, поглощающую часть лучей, изъ которыхъ онъ состоитъ. Въ первомъ случаѣ мы имѣемъ спектръ испущенія, во-второмъ—спектръ поглощенія или обращенный спектръ. Спектры испущенія бываютъ двухъ видовъ. Твердыя и жидкія раскаленныя тѣла, а также и газообразныя подъ высокимъ давленіемъ, даютъ непрерывный спектръ. Раскаленные пары и газы подъ низкимъ давленіемъ даютъ прерывистый спектръ, составленный изъ яркихъ линій на темномъ фонѣ. Положеніе и цвѣтъ этихъ линій позволяютъ опредѣлить природу вещества, которое ихъ испускаетъ.



Фиг. 81.

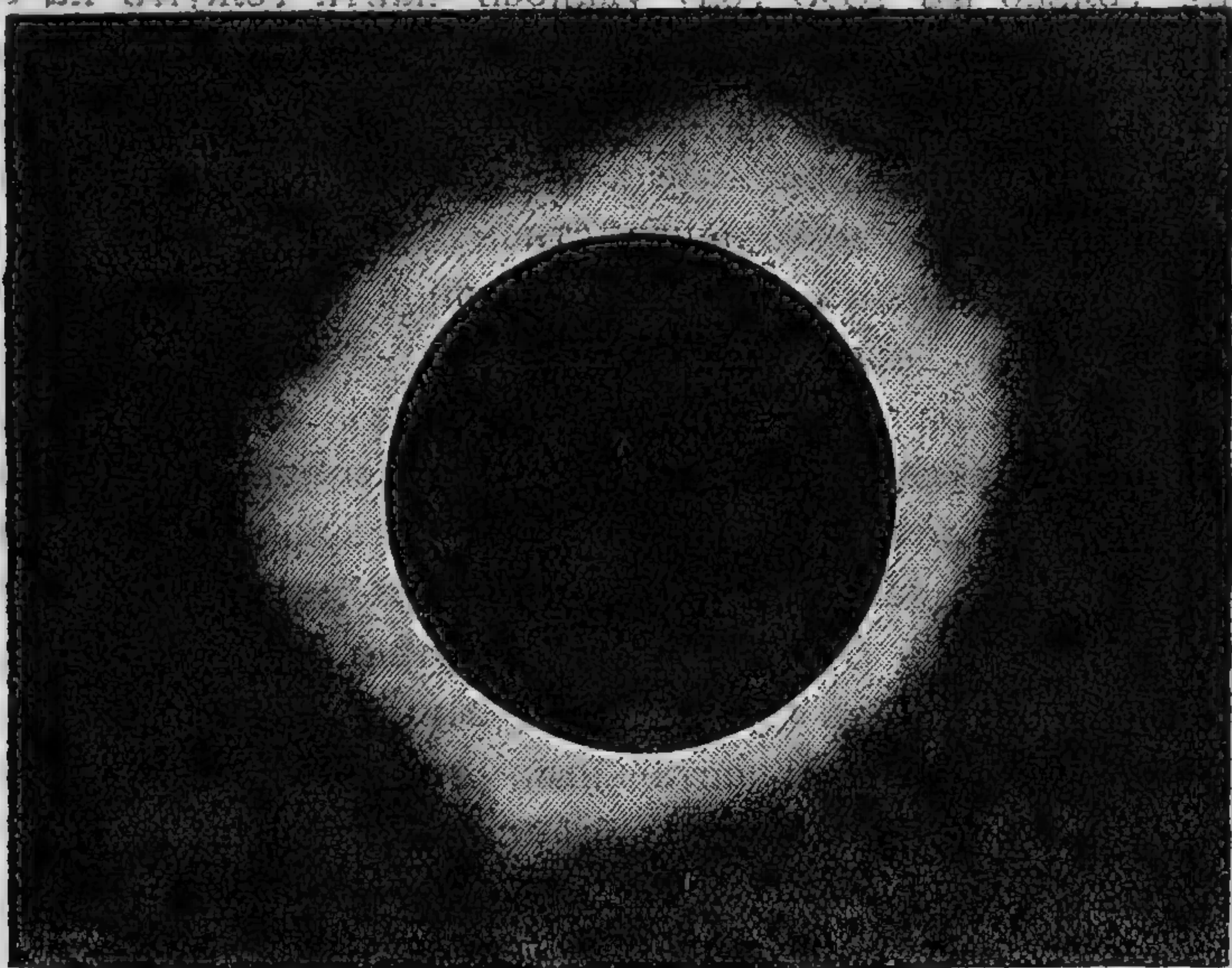
Фотографія солнца съ пятнами.

Спектры поглощенія бываютъ также двухъ видовъ. Спектры твердыхъ и жидкихъ тѣлъ образованы изъ широкихъ черныхъ

[1]) Отъ лат. spectrum (specio) изображеніе.

полосъ; спектры паровъ содержатъ многочисленныя тонкія черныя линіи [1]).

Главныя темныя линіи [2]) солнечнаго спектра Франгоферъ обозначилъ буквами *ABCDEFGH*; Кирхгоффъ первый объяснилъ ихъ. Лучи, испускаемые центральною массой солнца (фотосферой), проходятъ чрезъ атмосферу менѣе нагрѣтую (хромосферу), окружащую солнце. Пары, образующіе эту атмосферу поглощаютъ тѣ лучи, которые сами способны испускать, и производятъ темныя линіи.



Фиг. 82.
Фотографія солнечной короны во время полнаго солнечнаго затменія.

Слѣдовательно, солнечный спектръ есть спектръ поглощенія. По совпаденію фраунгоферовыхъ линій съ цвѣтными линіями спектра какого-нибудь вещества нашли, что на солнцѣ нахо-

[1]) Газъ поглощаетъ отъ бѣлаго свѣта, проходящаго чрезъ него, какъ разъ тѣ лучи, изъ которыхъ состоитъ его собственный спектръ. Спектръ бѣлаго свѣта, пропущеннаго чрезъ газъ, представляетъ обращенный спектръ газа, т. е., показываетъ темныя линіи вмѣсто характерныхъ яркихъ линій (Третій законъ Кирхгоффа).

[2]) Линіи суть не что иное, изображеніе щели.

дятся въ парообразномъ состояніи: барій, кальцій, хромъ, кобальтъ, мѣдь, водородъ, желѣзо, магній, марганецъ, никель, платина, серебро, натрій, титаній, ванадій.

Спектръ солнечныхъ пятенъ такой же какъ общій солнечный спектръ, съ тѣмъ различіемъ, что однѣ линіи шире, другія тоньше. Протуберанцы даютъ спектръ, свойственный газамъ, т. е. съ яркими линіями, изъ которыхъ наиболѣе рѣзкая линія водорода; кромѣ того загадочная желтая линія (извѣстная, какъ D_3, потому что лежитъ близъ двухъ O линій натрія), принадлежащая веществу, которое назвали геліумъ (отъ греч. ἥλιος солнце). Только въ 1895 году удалось найти геліумъ на землѣ; спектръ газа, получаемаго при нагрѣваніи минерала клевеита, имѣетъ эту характерную линію. Спектръ короны состоитъ изъ одной зеленой линіи, пересѣкающей слабый непрерывный спектръ. Эта линія принадлежитъ неизвѣстному веществу, такъ называемому коронію; кромѣ нея замѣтны линіи водорода и геліума.

Многіе ученые полагаютъ, что ядро солнца находится въ жидкомъ положеніи и состоитъ изъ газовъ, охладившихся нѣсколько подъ давленіемъ солнечной атмосферы. Спектральный анализъ Солнца показываетъ, что на поверхности его, кромѣ газовъ, находятся свойственные землѣ, всѣ металлы и минералы, только въ паровомъ состояніи. Присутствіе данныхъ веществъ уже прямо говоритъ за то, что наше солнце есть такая же твердая планета, какъ и всѣ остальныя, только верхняя часть ея въ горящемъ состояніи. Если бы солнце представляло собою огненножидкую или газовую массу, то при своемъ весьма быстромъ движеніи въ сравненіи съ земными скоростями, оно или расширилось бы блинообразно или же вытянулось, какъ веретено. Но такъ какъ мы на солнцѣ не замѣчаемъ не только постоянныхъ, но даже и временныхъ выпуклостей или впадинъ, то отсюда прямое заключеніе, что оно состоитъ изъ такого же твердаго вещества, какъ и всѣ остальные планеты. Допустить, что фотосфера и хромосфера могли расплавить солнце, все равно, что допустить плавленіе нашей земли на глубокое пространство подъ разведеннымъ изъ сѣры или смолы костромъ.

Фотосфера солнца, есть какъ бы выпуклая горящая котловина, въ которой огненные языки пламени постоянно волнуются и переливаются между собою, какъ волны моря.

Хромосфера состоитъ преимущественно изъ постоянныхъ газовъ (особенно водорода), т. е. такихъ газовъ, которые при солнечныхъ условіяхъ не могутъ перейти въ облака твердыхъ или жидкихъ частицъ.

Корона до сихъ поръ не получила общепринятаго объясненія. До нѣкотораго протяженія она принадлежитъ солнцу, и также весьма возможно, что она до нѣкотораго протяженія состоитъ изъ космическихъ частицъ.

72. **Солнечный свѣтъ** есть самый яркій изъ всѣхъ извѣстныхъ источниковъ свѣта. Фотометрическія измѣренія показали, что онъ въ 100—200 разъ сильнѣе свѣта вольтовой дуги, 619000 разъ—свѣта полной луны, въ 5000 милліоновъ разъ сильнѣе свѣта Юпитера.

73. **Солнечная теплота.** Подъ количествомъ теплоты, получаемымъ землей отъ солнца, разумѣютъ число единицъ теплоты, получаемое въ единицу времени квадратною единицей поверхности, когда солнце находится въ зенитѣ [1]). Солнечною постоянною называется число малыхъ калорій, которое получаетъ на границѣ атмосферы квадратный сантиметръ въ 1 минуту; величина солнечной постоянной 2,5—3 малыхъ калорій.

Конусъ солнечныхъ лучей, встрѣчающій землю, имѣетъ сѣченіе, равное площади большого круга земли, т. е. πR^2; число минутъ въ году равно 365,25 . 1440=525960. Слѣдовательно, число малыхъ калорій, получаемое въ среднемъ квадратнымъ сантиметромъ земной поверхности въ теченіе года, равно:

$$2{,}5\ .\ \frac{R^2\pi}{4\pi R^2} = 2{,}5.\ 131490 = 328725 \text{ малыхъ калорій.}$$

74. **Температура солнца.** Вмѣсто того, чтобы искать температуру различныхъ частей солнечной поверхности, опредѣляютъ теперь температуру, которую должна имѣть закопченая поверхность такой же величины и излучающая столько же теплоты, какъ солнце. Вся трудность лежитъ въ незнаніи закона, связывающаго температуру поверхности съ количествомъ теплоты, излучаемой ею въ секунду. Наиболѣе вѣроятное опредѣленіе 10000° Цельзія.

---

[1]) За едииицу теплоты (малую калорію) принимается количество теплоты, необходимое для нагрѣванія 1 грамма воды на 1° Цельзія.

75. **Источники солнечной теплоты.** Не смотря на огромный расходъ тепла, количество теплоты, получаемой нами отъ солнца, не измѣняется въ теченіе вѣковъ. Это подтверждается не только термометрическими наблюденіями со времени изобрѣтенія термометра, но и неизмѣннымъ распредѣленіемъ растеній и животныхъ. Съ историческихъ временъ температура на земномъ шарѣ не измѣнилась ни на $^{1}/_{2}{}^{0}$; все это объясняется только притокомъ кометнаго и кислороднаго питанія, о которомъ говорено было въ параграфѣ 64-мъ.

76. **Зодіакальный свѣтъ.** Въ весенніе вечера, въ февралѣ, мартѣ и апрѣлѣ бываетъ видна на западномъ (вечернемъ) горизонтѣ слабая полоса свѣта, еще слабѣе Млечнаго Пути, имѣющая форму наклонной къ горизонту пирамиды. Основаніе ея находится около мѣста солнечнаго захода; ея ось направлена къ солнцу и почти совпадаетъ съ эклиптикой. Отсюда названіе зодіакальнаго свѣта.

Въ осенніе мѣсяцы зодіакальный свѣтъ виденъ на восточномъ (утреннемъ) небѣ, утромъ, до восхода солнца. Въ тропикахъ замѣчаютъ еще въ противоположной солнцу сторонѣ неба слабое сіяніе такой же формы, какъ зодіакальный свѣтъ, но много слабѣе. Оно называется противосіяніемъ. Иногда оба сіянія соединяются въ одно свѣтлое кольцо.

Зодіакальный свѣтъ даетъ спектръ отраженнаго солнечнаго свѣта, что и служитъ доказательствомъ обмѣна матеріи между солнцемъ и планетами, иначе солнечнымъ лучамъ не въ чемъ отразиться, ибо небесное пространство безпредѣльно и ничего отразить не можетъ, предполагаемый міровой эфиръ, есть вещество не вещественное, стало быть тоже ничего не отражаетъ.

Посылаемый планетами водородокислородъ двигается паработически въ общей массѣ составляя какъ бы сѣть или плетеную корзинку, отъ которой и отражается временами солнечный свѣтъ въ формѣ зодіакальнаго, если передъ какою либо планетою проходитъ другая изгибы истеченія газовъ которой, составляютъ къ первой планетѣ выпуклую параболу.

77. **Планеты.**—На поверхности многихъ планетъ замѣчены пятна, которыя, вѣроятно, происходятъ частію отъ того, что поверхность планеты въ разныхъ точкахъ обладаетъ неодинаковою

способностію разсѣивать солнечные лучи, частію отъ плавающихъ въ атмосферѣ облаковъ. По движенію пятенъ опредѣлили время вращенія нѣкоторыхъ планетъ на осяхъ. Такимъ образомъ Марсъ совершаетъ свой оборотъ въ 24 часа 37 мин., Юпитеръ въ 9 час. 55 мин., Сатурнъ въ 10 час. 14 мин., Меркурій въ 44 часа 5 мин., Венера въ 23 часа 21 мин. На прочихъ планетахъ по причинѣ ихъ отдаленности, пятенъ не найдено; Меркурій, хотя и не принадлежитъ къ числу самыхъ отдаленныхъ, но находится постоянно въ лучахъ солнца и потому поверхность его разсмотрѣть невозможно. Когда Меркурій находится между землею и солнцемъ, близко отъ прямой линіи, соединяющей центры этихъ тѣлъ, то имѣетъ серпообразный видъ на подобіе луны. Замѣтили, что одно остріе серпа періодически притупляется и заостряется. Это, вѣроятно, происходитъ отъ какого-либо возвышенія на поверхности планеты. Всѣ планеты, имѣютъ атмосферу. Этимъ только можно объяснить нѣкоторыя явленія; почему, напримѣръ, на Венерѣ темная часть отдѣляется отъ освѣщенной солнцемъ нерѣзкою линіею—явленіе сходное съ земною зарею, утреннею или вечернею. На Марсѣ, около полюса его, есть бѣлое пятно, періодически измѣняющееся въ величинѣ, въ продолженіе тропическаго года этой планеты; зимою оно увеличивается, лѣтомъ уменьшается. Это можно объяснить выпаденіемъ изъ атмосферы снѣга. Вообще, Марсъ имѣетъ большое сходство съ землею; на немъ замѣчены суша и моря. Существенная разница состоитъ въ томъ, что большая часть его поверхности есть материкъ; сплошныхъ водныхъ пространствъ, въ родѣ Тихаго и Атлантическаго океановъ, нѣтъ; ихъ замѣняютъ отдѣльныя средиземныя моря, сообщающіяся проливами.— Вслѣдствіе вращательнаго движенія на оси, у многихъ планетъ замѣчается сжатіе, и у тѣхъ изъ нихъ болѣе, которыя имѣютъ большую скорость и большій объемъ. У Юпитера сжатіе равно $^1/_{14}$, у Сатурна $^1/_{10}$.

Относительно освѣщенія и нагрѣванія солнечными лучами земля имѣетъ наивыгоднѣйшее положеніе между всѣми планетами. Такъ, количество свѣта и тепла, получаемое Меркуріемъ отъ солнца, въ $6^1/_2$ разъ превосходитъ количество свѣта и тепла, получаемое землей, потому что оно растетъ обратно пропорціонально квадрату разстоянія, т. е., отношеніе это есть $1 : (0{,}3878)^2$.

У Марса количество тепла и свѣта составляетъ $^2/_5$, у Юпитера не болѣе $^1/_{25}$.

Скорость планеты въ орбитѣ уменьшается съ увеличеніемъ разстоянія отъ солнца. Меркурій перемѣщается ежедневно между звѣздами на $4^1/_3{}^0$ и совершаетъ полный оборотъ вокругъ солнца въ 88 дней; угловая скорость земли 1^0 (точнѣе $59^1/_7{}'$), Юпитера $5'$, Нептуна едва $^1/_3{}'$. Поэтому звѣздный оборотъ Юпитера 12 лѣтъ ($59^1/_7:5$), Нептуна 168 лѣтъ.

Діаметры планетъ опредѣляются измѣреніемъ весьма малыхъ угловъ зрѣнія, подъ которыми онѣ видны въ телескопѣ. Массы планетъ опредѣляются изъ возмущеній, которыя испытываетъ планета, приближаясь во время своего оборота вокругъ солнца къ другой планетѣ, или изъ возмущеній, которыя она производитъ въ движеніи кометы, или изъ разстояній ея спутниковъ.

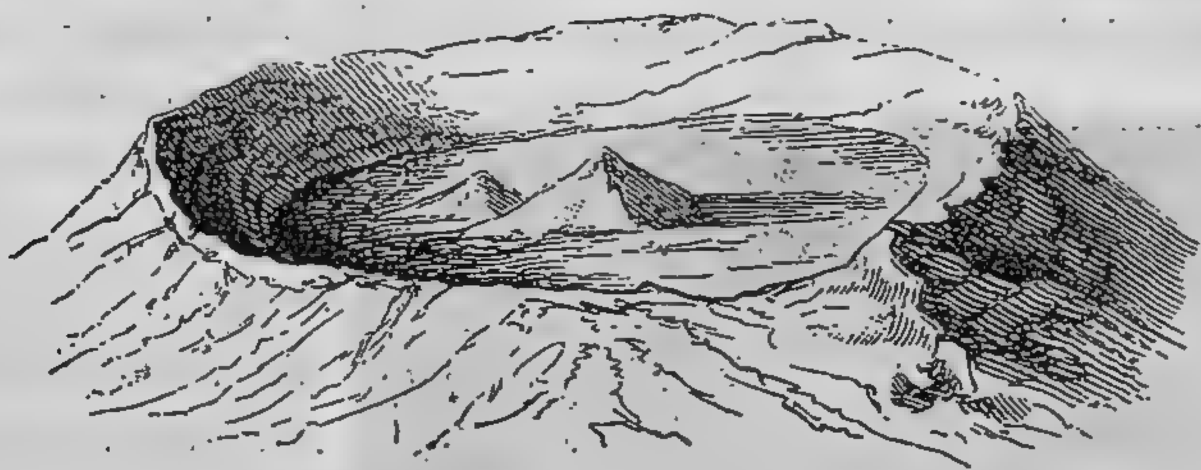
Меркурій въ сильную трубу представляетъ такія же фазы какъ луна. По своей близости къ солнцу (наибольшее удаленіе 29^0) онъ виденъ только до восхода и послѣ захода солнца. Меркурій слабѣе Сиріуса, но ярче Арктура. Наибольшій блескъ Венера имѣетъ, когда ея удаленіе отъ солнца 38^0; она видна тогда днемъ невооруженнымъ глазомъ. Марсъ и для невооруженнаго глаза имѣетъ характерный красный цвѣтъ; его блескъ равенъ блеску звѣзды первой величины. Юпитеръ имѣетъ вообще двѣ, иногда шесть темныхъ полосъ, приблизительно параллельныхъ экватору планеты. Это—облака его атмосферы. Сатурнъ свѣтитъ желтовато-матовымъ свѣтомъ, какъ звѣзда первой величины. Уранъ представляется слабою звѣздой 6 величины и Нептунъ 8 величины.

78. **Спутники.**—Луна ближе къ землѣ, чѣмъ всѣ другія небесныя тѣла; поэтому, физическое устройство той стороны ея, которая постоянно обращена къ землѣ, изслѣдовано довольно подробно, и даже, можно сказать, она извѣстна лучше, чѣмъ нѣкоторыя части земного шара.

Такъ какъ законы движенія луны извѣстны достаточно хорошо, то можно вычислить время покрытія какой-либо звѣзды луною и время выхода звѣзды изъ-за луны; вычисленія совершенно согласуются съ наблюденіями.

Разсматривая луну, замѣчаемъ на ней темныя пятна; такъ какъ вода весьма мало разсѣиваетъ лучи, то эти пространства

названы были морями. Съ помощью телескопа открываемъ на лунѣ разныя неровности, возвышенія и углубленія; они идутъ иногда на большомъ пространствѣ горными цѣпями, но преимущественно стоятъ отдѣльными горами. Послѣднія представляютъ совершенно особенную, кольцеобразную форму (фиг. 83). Вер-



Фиг. 83.

шина горы оканчивается широкимъ кольцомъ, иногда болѣе 80 килом. въ діаметрѣ; въ котловинѣ обыкновенно находятся одна коническая гора или нѣсколько такихъ горъ. Кольцеобразныя горы на лунѣ сходны съ кратерами земныхъ вулкановъ, хотя и большихъ размѣровъ.

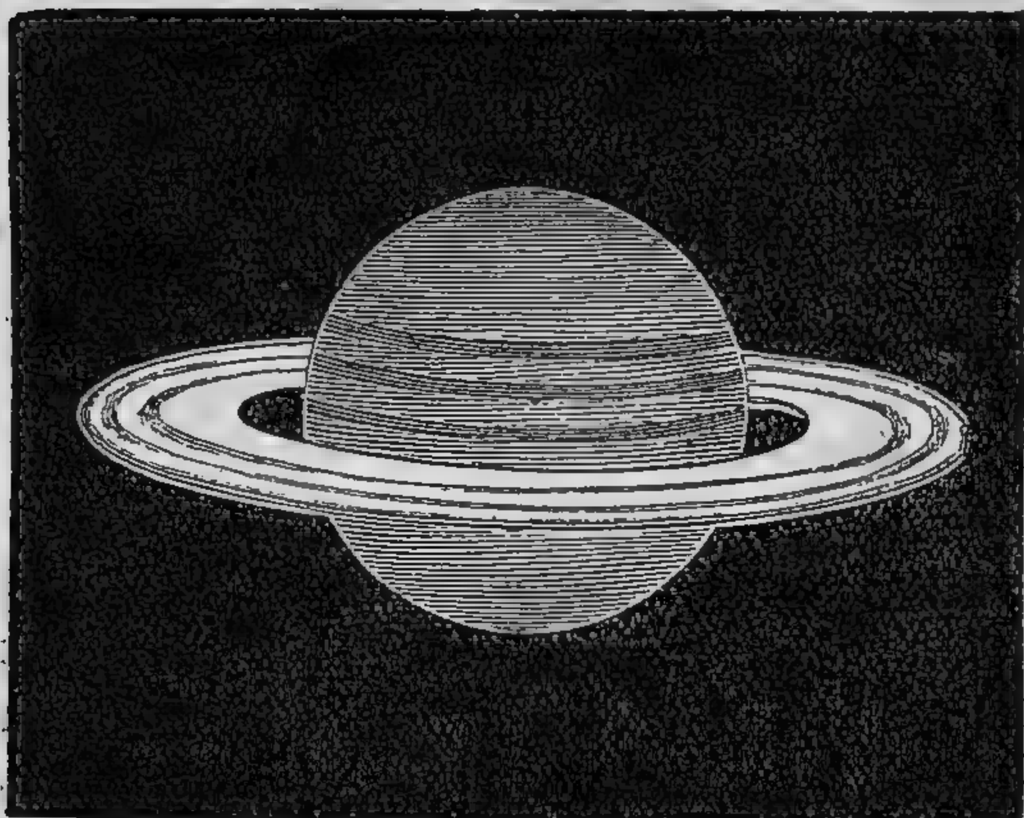
Лунныя горы отбрасываютъ отъ себя тѣнь, длина которой и направленіе измѣняются съ измѣненіемъ положенія разныхъ точекъ поверхности луны относительно солнца. По длинѣ тѣни и высотѣ солнца надъ горизонтомъ лунной горы, можно вычислить ея высоту. Изъ такихъ изысканій оказывается, что лунныя горы мало уступаютъ по своей высотѣ земнымъ.

Граница, раздѣляющая свѣтлую часть луны отъ темной, представляетъ зазубренную линію, по причинѣ гористаго вида лунной поверхности. Вблизи свѣтораздѣльной линіи, на темной части, блестятъ свѣтлыя точки; это освѣщенныя вершины горъ, которыхъ основанія погружены въ тѣнь.—Лунѣ приписываютъ, въ общежитіи, многія полезныя и вредныя вліянія на людей, животныхъ, растенія, на состояніе погоды и проч. Точныя наблюденія не подтверждаютъ этихъ свойствъ луны, и ихъ слѣдуетъ отнести къ области фантазіи суевѣрія. Слабые лучи нашего спутника не имѣютъ нагрѣвательнаго дѣйствія на ртутный термометръ; количество теплоты, посылаемой полной луной на

землю, оцѣнивается Россомъ въ $\frac{1}{80000}$ количества теплоты, посылаемой солнцемъ.

Спутники планетъ представляютъ явленія, сходныя съ тѣми, какія мы видимъ на лунѣ. Время обращенія ихъ на осяхъ равно времени вращенія около планеты; они имѣютъ фазы и представляютъ затменія.

Марсъ имѣетъ трехъ спутниковъ [1]), Юпитеръ—семь, Сатурнъ — 9 и кольцо, Уранъ—4 и Нептунъ одного. Всѣ эти спутники вращаются вокругъ планетъ и около оси съ запада на востокъ, но спутники Урана и Нептуна имѣютъ обратное движеніе, съ востока на западъ; орбиты спутниковъ Урана и Нептуна почти перпендикулярны къ эклиптикѣ. Кольцо Сатурна (фиг. 84) состоитъ изъ трехъ круглыхъ, широкихъ, тонкихъ колецъ, раздѣленныхъ промежутками и окружающихъ планету, не касаясь ея. Основанія ихъ параллельны экватору планеты; кольца эти состоятъ изъ многочисленныхъ маленькихъ и близкихъ другъ къ другу аморфныхъ спутниковъ или лучше сказать космическихъ остатковъ. Два раза въ звѣздномъ оборотѣ Сатурна, т. е., каждыя 15 лѣтъ плоскость колецъ проходитъ чрезъ солнце. и тогда кольцо это видно, какъ тонкая свѣтлая линія; два раза мы видимъ кольцо наибольшей ширины, въ видѣ эллипса; такое явленіе наглядно говоритъ намъ за то, что планета Сатурнъ обладаетъ такою же эклиптикою какъ и земля, и



Фиг. 84.

---

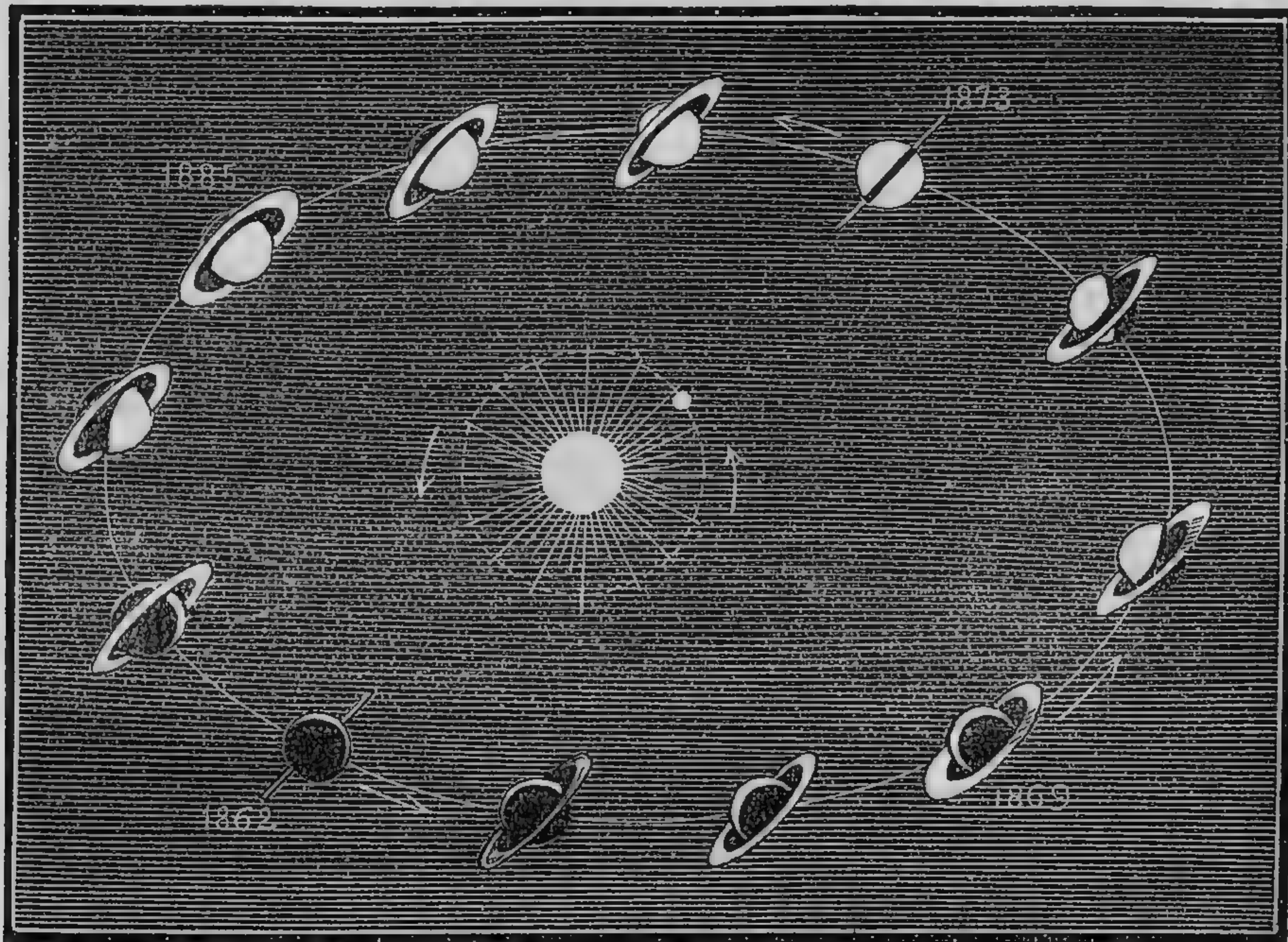
[1]) Ὣς φάτο καί ῥ' ἵππους κέλετο Δεῖμόν τε Φόβον τε
ζευγνύμεν· αὐτὸς δ' ἔντε' ἐδύσετο παμφανόωντα.

Такъ сказалъ и приказалъ Страху и Трепету запрячь коней, самъ же надѣлъ блестящее оружіе.

Иліада, пѣснь XV, стихи 119—120.

что эклиптика эта происходитъ вслѣдствіе раскачиванія планеты на своей оси то вправо, то влѣво полюсами, а не отъ постояннаго уклона оси планеты, какъ думали до сихъ поръ господа ученые относительно эклиптики земли.

Нагляднымъ показателемъ могутъ служить прилагаемыя здѣсь два рисунка Сатурна подъ № 85 и 86 за одни и тѣже годы. Рис. 1-й представляетъ теоретическую эклиптику Сатурна за его годъ; рисунокъ 2-ой фотографическіе снимки Сатурна, какъ онъ есть въ дѣйствительности.



Фиг. 85.
Теоретическая эклиптика Сатурна.

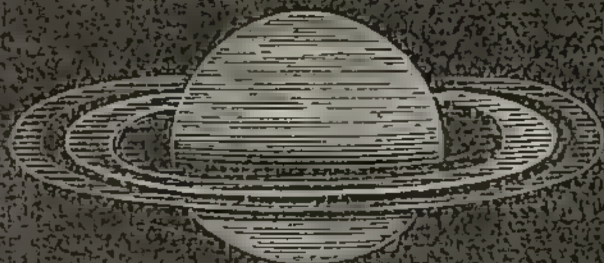
79. **Прохожденія нижнихъ планетъ по солнечному диску.** Когда Меркурій или Венера проходятъ между землей и солнцемъ, такъ что проектируются на дискѣ солнца, то это явленіе называется прохожденіемъ чрезъ дискъ солнца. Если бы эти планеты двигались вокругъ солнца въ плоскости эклиптики, тогда прохожденіе случалось бы при всякомъ нижнемъ соединеніи. Но въ дѣйствительности орбиты ихъ наклонны къ эклип-

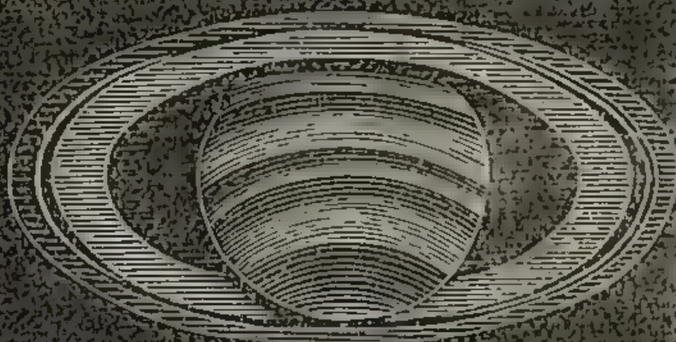




















Фиг. 86.

Фотографическій снимокъ Сатурна за тѣже года.

тикѣ, поэтому прохожденія бываютъ только тогда, когда нижнее соединеніе имѣетъ мѣсто близъ узла. Чтобы тогда произошло прохожденіе, широта планеты, видимая съ земли, должна быть меньше углового радіуса солнца, т. е. меньше 16′.

Долгота нисходящаго узла Меркурія въ настоящее время 227°, а слѣдовательно долгота восходящаго узла 47° (т. е., 227°—180°). Земля имѣетъ эти долготы Мая 7 и Ноября 9 (н. ст.); Меркурій можетъ пройти по солнечному диску только около этихъ дней. Долгота нисходящаго узла Венеры нынѣ около 256°, слѣдовательно долгота восходящаго узла 76°. Земля имѣетъ эти долготы Іюня 6 и Декабря 7 (н. ст.) каждаго года. Прохожденія Венеры могутъ, поэтому, быть только вблизи этихъ числелъ.

80. **Затменія спутниковъ Юпитера; скорость свѣта.** Спутники Юпитера движутся приблизительно равномѣрно вокругъ него въ плоскостяхъ, почти совпадающихъ съ эклиптикой. При каждомъ своемъ оборотѣ каждый спутникъ входитъ въ конусъ тѣни, отбрасываемой Юпитеромъ, и происходитъ затменіе спутника для полушарія земли, которое смотритъ на Юпитера. Затменія перваго спутника случаются очень часто, потому что время его звѣзднаго оборота 1,77 сутокъ.

Ремеръ въ 1675 году, сравнивая наблюденія затменій спутниковъ, сдѣланныя въ теченіе нѣсколькихъ послѣдовательныхъ лѣтъ, замѣтилъ, что одни затменія наступали раньше противъ средняго результата этихъ наблюденій, другія же позже. Первое обстоятельство случалось, когда Юпитеръ находился въ противостояніи, въ наименьшемъ разстояніи отъ земли, второе — во время соединенія Юпитера, когда онъ былъ въ наибольшемъ удаленіи отъ земли. Ремеръ заключилъ, что запаздываніе и упрежденіе затменій происходятъ отъ того, на какомъ разстояніи отъ земли находится Юпитеръ во время затменія. Дѣйствительно, разности временъ были пропорціональны разностямъ разстояній. Слѣдовательно, свѣтъ доходитъ до насъ не мгновенно, но скорость его имѣетъ конечное значеніе. Изъ разностп временъ, замѣченной имъ между различными затменіями, онъ нашелъ, что свѣтъ проходитъ среднее разстояніе земли отъ солнца въ 8 м. 13 с. 493 сек.). Теперь за величину „уравненія свѣта“ принимаютъ 500 сек.

81. **Астероиды** [1]). Это—группа малыхъ планетъ, движущихся въ пространствѣ между Марсомъ и Юпитеромъ безъ опредѣленныхъ орбитъ. Онѣ отличаются отъ большихъ планетъ: 1) своимъ большимъ числомъ, превосходящимъ число всѣхъ извѣстныхъ тѣлъ солнечной системы; 2) малою величиной; 3) своимъ положенiемъ: всѣ онѣ расположены между орбитами Марса и Юпитера; 4) большими эксцентриситетами и наклонностями своихъ орбитъ къ эклиптикѣ. Самыя слабыя изъ нихъ имѣютъ истинный дiаметръ около 20 километровъ, яркости ихъ заключаются между 6—13 величинами; масса всѣхъ извѣстныхъ (1880 г.) малыхъ планетъ, вѣроятно, $\frac{1}{6000}$ массы земли. Нынѣ (1909 г.) число ихъ перешло за 400.

82. **Кометы.**—Кометы отличаются отъ планетъ движенiемъ, видомъ и физическимъ состоянiемъ. Онѣ движутся въ сторону противоположную солнечнымъ системамъ. Проходя вблизи какой-нибудь планеты и испытывая ея влiянiе комета измѣняетъ свой путь. Дѣйствiе планетъ можно принять во вниманiе и предугадать новый путь кометы; мы не можемъ, однакожъ, знать, какимъ влiянiямъ подвергается она за орбитою Нептуна, внѣ пространствъ солнечной системы; вѣроятно она подчинена мiровому теченiю.

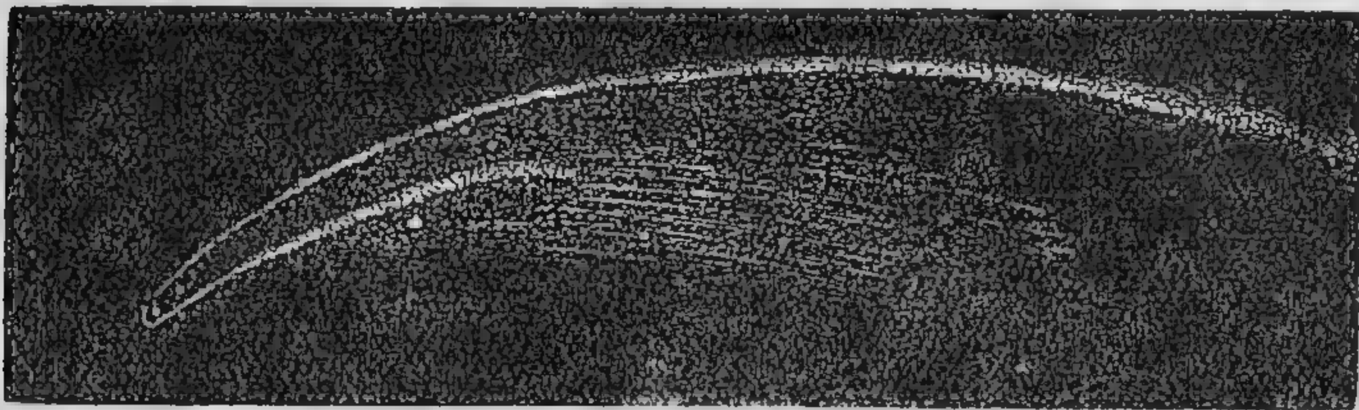
Видъ разныхъ кометъ и даже одной и той же кометы бываетъ различенъ. Далеко отъ земли онѣ представляются свѣтлымъ прозрачнымъ туманнымъ пятномъ; но, по приближенiи къ солнцу, становятся свѣтлѣе и увеличиваются въ объемѣ. Нѣкоторыя имѣютъ болѣе свѣтлую внутреннюю часть, называемую *ядромъ*. Ядро похоже на звѣзду и имѣетъ видимый дiаметръ весьма малый. Въ кометахъ обыкновенно замѣчаются свѣтлыя полосы, направляющiяся одна къ солнцу, другая болѣе длинная—въ противоположную сторону; первая называется *волосами* кометы, вторая—*хвостомъ*. Впрочемъ, многiя кометы (особенно телескопическiя) представляются туманными пятнами безъ хвоста и волосъ. Волоса суть туманная атмосфера, блескъ которой уменьшается по мѣрѣ удаленiя отъ ядра и хвоста. Самыя сла-

---

[1]) Отъ греч. ἀστήρ звѣзда и εἶδης подобный; названiе невѣрно; вѣрнѣе названiе планетоидъ или малая планета.

быя звѣзды видны чрезъ хвосты кометы, причемъ блескъ чувствительно не уменьшается, и свѣтовые лучи звѣзды не испытываютъ никакого отклоненія при прохожденіи чрезъ кометный хвостъ. Слѣдовательно, вещество хвоста крайне разрѣжено, и вся масса сосредоточена въ ядрѣ.

Проходя вблизи планетъ, кометы испытываютъ сильныя из-



Фиг. 87.
Комета Донати 5 октября 1858 г.

мѣненія въ своихъ путяхъ, но сами никакихъ возмущеній въ планетныхъ орбитахъ не производятъ; изъ этого слѣдуетъ заключить, что масса кометъ чрезвычайно мала. Объемы кометъ чрезвычайно велики; у нѣкоторыхъ одно ядро несравненно болѣе земли, а длина хвостовъ болѣе разстоянія земли отъ солнца. Обладая малою массою и большимъ объемомъ, кометы должны имѣть чрезмѣрно малую плотность и, слѣдовательно, состоятъ изъ весьма разрѣженной матеріи. Отсюда понятно, какъ напрасны опасенія послѣдствій отъ столкновенія кометы съ землею. Спектръ кометъ состоитъ изъ сплошного спектра болѣе или менѣе слабаго и трехъ блестящихъ полосъ (желтой, зеленой и голубой). Непрерывный спектръ принадлежитъ отраженному солнечному свѣту, хотя этотъ спектръ обыкновенно слишкомъ слабъ для того, чтобы можно было замѣтить въ немъ темныя фраунгоферовы линіи. Яркія полосы совпадаютъ съ полосами спектра раскаленныхъ углеводородовъ, разрѣженныхъ и освѣщенныхъ электрическимъ разрядомъ. Это указываетъ на присутствіе во всѣхъ кометахъ газообразныхъ углеводородовъ, свѣтящихся вслѣдствіе теплоты солнца или электричества. Непрерывный же спектръ заставляетъ насъ заключить, что кометы представляютъ совокупность безчисленнаго множества очень малыхъ твердыхъ тѣлъ, темныхъ и заимствующихъ свой свѣтъ отъ солнца. Эти ма-

ленькія тѣльца, которыя, по сравненіи съ величиною планетъ, можно назвать космическою пылью, находятся въ большомъ удаленіи одно отъ другого, и потому, хотя каждое изъ нихъ имѣетъ значительный удѣльный вѣсъ, свойственный вообще твердымъ тѣламъ, но вся ихъ совокупность, въ отношеніи занимаемаго ими объема, обладаетъ весьма малою плотностью,—иначе сказать, средняя плотность кометы всетаки очень мала. Рой такихъ разъединенныхъ тѣлъ, не соединеныхъ между собою силою сцѣпленія, совершаетъ путь по направленію къ солнцу. Если бы комета не подвергалась дѣйствію солнца, то составляющія ее твердыя тѣла, повинуясь взаимному притяженію (хотя и весьма слабому), пришли бы во взаимное соприкосновеніе. Въ дѣйствительности комета или, говоря точнѣе, каждое тѣльце должно описывать одну изъ кривыхъ линій коническихъ сѣченій, и если бы взаимное притяженіе между ними не существовало, то комета распалась бы на множество маленькихъ планетокъ. На самомъ же дѣлѣ, кометныя тѣла повинуются взаимному теченію по направленію къ солнцу. Такъ какъ комета бываетъ въ различныхъ разстояніяхъ отъ солнца и, слѣдовательно, испытываетъ его вліяніе въ различной степени, то объемъ ея зависитъ отъ положенія ея къ солнцу, какъ это въ самомъ дѣлѣ наблюдается. Чтобы объяснить образованіе кометныхъ хвостовъ, Бессель и послѣ него Целльнеръ и въ особенности Бредихинъ полагаютъ, что хвостъ состоитъ изъ частицъ матеріи, отброшенныхъ и кометой и солнцемъ. Такъ говоритъ школа тяготѣнія, въ дѣйствительности же комета есть туманность подпавшая подъ кислородо-водородное теченіе этихъ газовъ съ планетъ къ солнцу. Линіи водорода въ спектрѣ хвоста кометы, есть наглядный показатель этого теченія.

83. **Падающія звѣзды; болиды; метеорные камни.**—Метеоры [1], извѣстные подъ именемъ *падающихъ звѣздъ,* принадлежатъ къ самымъ обыкновеннымъ. Блестящая точка, подобная звѣздѣ, катится по небесному своду вертикально или наклонно, по прямой или кривой линіи, и исчезаетъ весьма скоро послѣ своего появленія. Иныя оставляютъ за собой блестящій слѣдъ, видимый иногда гораздо болѣе $^1/_7$ секунды, откуда выходитъ, что это явленіе нельзя приписать оптической иллюзіи глаза. Прежде

[1]) Метеоритами (греч. μετέωρος находящійся въ воздухѣ) называются вообще твердыя тѣла внѣземного происхожденія, падающія на поверхность земли.

думали, что падающія звѣзды суть дѣйствительно звѣзды, упавшія съ неба; отчего и произошло самое названіе. Но легко убѣдиться въ томъ, что это невѣрно, замѣтивъ, что въ созвѣздіи, изъ котораго вышла свѣтящаяся точка, всѣ звѣзды на мѣстѣ. Падающія звѣзды имѣютъ внѣземное, космическое [1]) происхожденіе, потому что наблюденія показываютъ, что радіантъ, участвуетъ въ суточномъ движеніи небеснаго свода. Если бы падающія звѣзды принадлежали земной атмосферѣ, то радіантъ не измѣнилъ бы своего положенія относительно горизонта. Радіантомъ (причастіе отъ лат. глагола radiare испускать лучи) называется та точка неба, изъ которой исходятъ падающія звѣзды. Если мы продолжимъ пути падающихъ звѣздъ въ обратномъ направленіи, то они сойдутся въ одной точкѣ, въ радіантѣ.

Два наблюдателя на концахъ базиса въ 40—50 килом. видятъ точку появленія одной и той же падающей звѣзды въ разныхъ созвѣздіяхъ. Отмѣтивъ эти видимыя положенія, можно опредѣлить разстоянія между каждымъ наблюдателемъ и тою точкой, откуда падающая звѣзда дѣйствительно вышла. Такимъ образомъ нашли, что высота точки появленія надъ поверхностью земли въ среднемъ около 120 килом., высота точки исчезновенія 80 килом.; скорость въ одну секунду около 40 килом. Дневной свѣтъ препятствуетъ ихъ видѣть, но съ помощію телескоповъ случалось наблюдать ихъ и днемъ.

Число падающихъ звѣздъ въ разныя времена неодинаково: иногда онѣ довольно рѣдки, иногда являются въ огромномъ количествѣ; особенно много ихъ бываетъ около 29 іюля и 31 октября, и въ одни годы болѣе, въ другіе менѣе. Вообще же, ежегодно на всю земную поверхность падаетъ не менѣе $7^1/_2$ милліоновъ падающихъ звѣздъ, видимыхъ невооруженнымъ глазомъ. Величина ихъ весьма различна.

Большія падающія звѣзды называются *болидами* [2]) или *огненными шарами*; они издаютъ ослѣпительный свѣтъ и кажутся иногда величиною съ луну. Вскорѣ за своимъ появленіемъ, они разрываются на множество мелкихъ кусковъ; спустя нѣсколько времени, всегда слышится сильный трескъ; потомъ, вы-

---

1) Отъ греч. κόσμος; міръ, вселенная.

2) Греч. βολίς, ίδος метательное оружіе.

падаютъ изъ атмосферы камни. Видъ метеорныхъ камней по большей части шарообразный; они покрыты бурою или черною корою, видъ которой ясно показываетъ, что она была расплавлена. Въ нихъ находятъ: желѣзо, магній, никкель и проч. Нѣкоторыя метеорныя массы состоятъ почти изъ чистаго желѣза съ примѣсью никкеля; эти послѣднія называются *метеоритами*, въ отличіе отъ метеорическихъ камней иного состава, которые называются *аэролитами* [1]). Постоянное присутствіе никкеля въ метеоритахъ сдѣлало его вѣрнымъ признакомъ желѣзныхъ массъ, выпавшихъ изъ воздуха, хотя и по одному наружному виду не трудно узнать метеорическое желѣзо. Изъ желѣзныхъ массъ, принимаемыхъ за метеорныя, заслуживаетъ вниманія желѣзная глыба, найденная Палласомъ въ 1749 году въ 20 килом. отъ Енисея. Она вѣсила около 819 килогр. и хранится до сихъ поръ въ музеумѣ С-Петербургской Академіи Наукъ, но вѣсъ ея уменьшился до 491 килогр., вслѣдствіе отдѣленія отъ нея значительныхъ кусковъ. Еще упомянемъ глыбу метеорнаго желѣза въ 12285 килогр., которую въ 1783 году нашелъ Рубинъ-де-Целесъ въ Южной Америкѣ.

Для объясненій этихъ явленій было предложено нѣсколько гипотезъ. Наиболѣе вѣроятно предположеніе что падающія звѣзды и болиды суть небольшіе куски отжившихъ планетъ и по причинѣ незначительной своей величины обыкновенно не видимые. Встрѣчая на пути своемъ землю, онѣ вступаютъ въ атмосферу, гдѣ испытываютъ вслѣдствіе своей огромной скорости большое сопротивленіе, нагрѣваются и горятъ въ кислородѣ воздуха. Онѣ распредѣлены въ пространствѣ неравномѣрно и группируются роями. Между тѣмъ какъ земля и другія планеты вращаются всѣ по одному и тому же направленію, описывая эллипсы, весьма близкіе къ кругамъ и лежащіе почти въ одной плоскости,—рои падающихъ звѣздъ движутся; въ противоположномъ направленіи болѣе или менѣе отличающимся отъ окружностей и наклоненнымъ къ планетнымъ путямъ подъ большими углами. Если путь, падающихъ звѣздъ, пересѣкается орбитой земли, и они оба, т. е. рой и земля, проходятъ чрезъ точку пересѣченія одновременно,

---

1) Аэролиты отъ греч. ἀήρ воздухъ и λίθος камень уранолитъ отъ греч. οὐρανός небо.

то замѣчается болѣе или менѣе обильное появленіе падающихъ звѣздъ и болидовъ. Извѣстно около 100 такихъ роевъ; самые обильные—*Леониды* и *Персеиды*. Леониды появляются въ ночь съ 31-го октября на 1-ое ноября и названы такъ потому, что кажутся выходящими изъ той части неба, гдѣ находится созвѣздіе Льва, т. е. если продолжить пути падающихъ звѣздъ въ сторону, противоположную ихъ движенію, то эти пути сходятся въ созвѣздіи Льва. Персеиды выходятъ всегда изъ созвѣздія Персея и являются съ 29-го на 30-ое іюля. Такъ какъ времена прямого движенія роя и движенія земли вокругъ солнца не могутъ быть равны, то встрѣча ихъ возможна весьма рѣдко. Но Персеиды появляются ежегодно 29-го іюля. Слѣдовательно, космическое облако Персеидовъ занимаетъ громадное пространство, чрезъ которое земной шаръ пролетаетъ ежегодно 29 іюля. Изъ общаго направленія и скорости падающихъ звѣздъ іюльскаго потока нашли, что этотъ рой есть растянутый эллипсъ; наибольшій діаметръ его въ 15 разъ болѣе діаметра земной орбиты; плоскость роя наклонена къ земной орбитѣ подъ угломъ $64^0 3$, а движеніе тѣлъ, его составляющихъ, противоположно движенію земли.

Леониды, или падающія звѣзды 31-го октября, появляются не каждый годъ, но по истеченіи 33 или 34 лѣтъ, въ продолженіе нѣсколькихъ послѣдовательныхъ годовъ. Отсюда выходитъ, что Леониды происходятъ изъ роя, растянутаго по частямъ и пересѣкаются съ орбитой земного шара въ одной точкѣ. По прошествіи 33 лѣтъ, облако метеоровъ 31-го октября и земной шаръ встрѣчаются въ точкѣ пересѣченія ихъ движенія. Рой Леонидовъ имѣетъ размѣры все-таки столь значительные, что разные части его проходятъ чрезъ упомянутую точку пересѣченія три года, и потому каждый разъ, въ продолженіе 3-хъ лѣтъ, 31-го октября являются падающія звѣзды, но обиліе ихъ уменьшается, т. е. въ первый годъ 33-хъ лѣтняго періода появленіе ихъ самое обильное, на второй годъ менѣе, на третій еще менѣе, а въ слѣдующій годъ совершенно прекращается. Отсюда выходитъ, что передняя часть роя метеоровъ 31-го октября плотнѣе и толще, нежели задняя. Длина всего облака около 2980 милліоновъ кипом. Орбита его есть растянутый эллипсъ, котораго наибольшій діаметръ въ $10^1/_3$ разъ болѣе поперечника земного

пути; плоскость его наклонена къ плоскости земной орбиты подъ угломъ 17°44′; направленіе движенія обратно съ землею.

Скіапарелли доказалъ, что іюльскій рой и одна изъ кометъ 1862 года описываютъ одинъ и тотъ же путь и заключилъ отсюда, что оба явленія, т. е. комета и рой, одно то и же. Распредѣленіе въ ней метеорныхъ тѣлъ неодинаково; наибольшее ихъ скопленіе находится въ ядрѣ кометы, чрезъ которое или вблизи котораго прошелъ земной шаръ 29 іюля 1862 года, и дѣйствительно въ этотъ годъ было необыкновенно большое число падающихъ звѣздъ. Понятно, что подобная встрѣча можетъ произойти чрезвычайно рѣдко. Послѣдующія наблюденія покажутъ, каково распредѣленіе метеорныхъ тѣлъ въ кометномъ кольцѣ Персеидовъ и какова его толщина въ разныхъ мѣстахъ. Различіе въ ядрѣ и кольцеобразномъ хвостѣ этой кометы состоитъ въ томъ, что ядро содержитъ больше метеорныхъ тѣлъ, чѣмъ хвостъ. Что касается темныхъ метеорныхъ тѣлъ, изъ которыхъ состоитъ кольцеобразный хвостъ кометы, то они бываютъ видимы только въ ту пору, когда проходятъ земную атмосферу и раскаляются до свѣтосѣченія; въ другое же время по причинѣ своей крайней раздробленности, количество отбрасываемаго ими солнечнаго свѣта неощутительно.

Подобнымъ образомъ было доказано Скіапарелли и другими, что одна комета 1866 года и космическій октябрскій рой тождественны, такъ какъ описываютъ одинъ и тотъ же путь.

84. **Спектральный анализъ свѣтилъ** состоитъ въ сравненіи ихъ спектровъ съ спектрами земныхъ элементовъ. Для этого либо прямо сравниваютъ спектръ свѣтилъ и спектръ земного элемента (субъективныя, визуальныя [1]) наблюденія) или фотографируютъ спектры свѣтила и элемента (объективныя наблюденія). Всѣ звѣзды даютъ спектръ, подобный солнечному, т. е., непрерывный съ темными линіями или полосами. Значитъ, звѣзды имѣютъ такой же химическій составъ, какъ солнце, и состоятъ изъ раскаленнаго ядра, окруженнаго газообразною, поглощающею свѣтъ, атмосферой [2]) низшей температуры. Эта атмосфера

---

1) Англ. visual зрительный отъ лат. visêre смотрѣть.

2) Греч. ἀτμός дыханіе, паръ и σφαίρα шаръ.

отлична по своему составу отъ солнечной, на что указываютъ различныя положенія и напряженность темныхъ линій.

Различаютъ четыре типа звѣздныхъ спектровъ по положенію, характеру и числу темныхъ линій.

I. Бѣлыя звѣзды, составляющія около половины звѣздъ, какъ Сиріусъ (α Большого Пса), Вега (α Лиры), Альтаиръ (α Орла), Регулъ (α Льва), Ригель (β Оріона), звѣзды Большой Медвѣдицы, исключая α, и др. Въ спектрахъ этихъ звѣздъ очень замѣтны четыре линіи водорода; у самыхъ яркихъ звѣздъ—линіи натрія и въ зеленой части спектра линіи желѣза и магнія.

II. Желтыя звѣзды, подобныя нашему солнцу, какъ Арктуръ (α Волопаса), Капелла (α Возничаго), Альдебаранъ (α Тельца) Поллуксъ (α Близнецовъ), α Большой Медвѣдицы, Проціонъ (α Малаго Пса) и др. Большинство звѣздъ, видимыхъ простымъ глазомъ, принадлежитъ этому классу.

III. Красноватыя звѣзды, какъ α Геркулеса, Бетельгейзе (α Оріона), α Пегаса, o Кита, Антаресъ (α Скорпіона) и др. Эти спектры имѣютъ восемь и больше темныхъ полосъ, а не линій эти полосы разрѣшаются на отдѣльныя линіи.

IV. Красныя звѣзды (цвѣта крови), большею частью, телескопическія. Спектръ ихъ состоитъ изъ трехъ яркихъ частей (желтой, зеленой и голубой), раздѣленныхъ болѣе темными промежутками.

Въ спектрахъ звѣздъ съ малымъ числомъ линій, напр., Беллятрискъ (λ Оріона) характерны линіи гелія.

85. **Сравненіе звѣздъ съ солнцемъ.** 1. Химичсекій составъ солнца и звѣздъ одинаковъ.

2. Видимый діаметръ солнца равенъ 32′ или 1920″. Если бы солнце находилось на разстояніи въ 300000 разъ большемъ т. е., на разстояніи ближайшей къ намъ звѣзды α Центавра, то его видимый діаметръ сталъ бы $\frac{1920''}{300000}$[1] или $\frac{1''}{150}$; онъ былъ бы совершенно незамѣтенъ и не доступенъ измѣренію, какъ и видимый діаметръ α Центавра.

---

[1]) О фотографіи вообще см. К. Д. Краевичъ, учебникъ физики. Изд. XIII. Спб. 1896. Стр. 450—454.

Фотометрическія измѣренія даютъ, что блескъ α Центавра въ 24 милліарда разъ слабѣе солнечнаго. Если бы звѣзда находилась отъ земли на разстояніи въ 300000 разъ меньшемъ, т. е., на разстояніи солнца, то блескъ ея сталъ бы

$$\text{солнце} \times \frac{300000^2}{24000000000} = \text{солнце} \times 4.$$

Итакъ, блескъ звѣзды былъ бы въ 4 раза сильнѣе солнечнаго.

Величина собственнаго движенія солнца того же порядка какъ величины собственнаго движенія звѣздъ.

Отсюда слѣдуетъ, что солнце есть ни что иное, какъ звѣзда.

86. **Небесная фотографія** [1]) обязана своими успѣхами преимуществамъ сухой желатинной пластинки. Сравнительно съ глазомъ, фотографическая пластинка отличается чувствительностью къ самому слабому свѣтовому впечатлѣнію, если только она выставлена достаточно продолжительное время, т. е., при долгой экспозиціи [2]). Глазъ нашъ не обладаетъ такимъ свойствомъ; онъ очень чувствителенъ къ свѣтовымъ излученіямъ, но они не складываются другъ съ другомъ въ глазу, какъ это дѣлается на фотографической пластинкѣ.

Фотографія служитъ астрономіи двоякимъ образомъ. Въ сравнительно короткое время одной экспозиціи она записываетъ съ большою точностью относительныя положенія тысячъ звѣздъ или мелкія подробности туманностей, планетъ, или фазы затменія. Съ другой стороны фотографія записываетъ лучи, длина волнъ которыхъ или слишкомъ мала, или слишкомъ велика, чтобы глазъ ихъ могъ замѣтить. Она обнаруживаетъ инфракрасную [3]) и ультрафіолетовую [4]) части спектра, которыя безъ нея остались бы неизвѣстными, и длина спектра почти удваивается.

87. **Двойныя и кратныя звѣзды** суть звѣзды, которыя невооруженному глазу кажутся простыми, а телескопъ раздѣляетъ ихъ на двѣ, три и болѣе звѣздъ составляющихъ. Звѣзды могутъ случайно находиться приблизительно на прямой линіи, проходящей чрезъ землю [5]), но въ дѣйствительности далеко отстоятъ другъ

---

[1]) Лат. exprositio (ex—ponere) выставленіе.

[2]) Лат. infra внизу.

[3]) Лат. ultra далѣе, за.

[4]) Т. е. близь одной и той же линіи зрѣнія.

[5]) Т. е. близъ одной и той же линіи зрѣнія.

отъ друга. Онѣ называются оптически двойными. Звѣзды дѣйствительно близкія другъ къ другу и взаимно тяготѣющія, суть физически двойныя. Послѣднія имѣютъ относительное движеніе, онѣ обращаются вокругъ общаго центра тяжести по эллипсу. Вслѣдствіе наклонности плоскости орбиты двойной звѣзды къ линіи зрѣнія отъ солнца къ звѣздной парѣ, мы наблюдаемъ не истинную орбиту, но ея проэкцію на плоскость, перпендикулярно къ лучу зрѣнія. Эта проэкція называется видимымъ эллипсомъ. Относительное движеніе обнаружено болѣе, чѣмъ у 800 звѣздъ, и у 30 звѣздъ вычислена достаточно точная орбита. Кратчайшее время обрашенія имѣетъ δ Малаго Коня $11^1/_2$ лѣтъ. Изъ двойныхъ звѣздъ назовемъ: γ Дѣвы, α Центавра, Сиріусъ, α Большой Медвѣдицы; ζ Рака состоитъ изъ 4 составляющихъ. Въ Большой Медвѣдицѣ хорошій глазъ различаетъ двойную звѣзду Мизаръ (ζ) со спутникомъ Алькоръ. Эта пара служила у Арабовъ испытаніемъ остроты зрѣнія.

88. **Перемѣнныя и временныя звѣзды.** Звѣзды, яркость которыхъ измѣняется, называются перемѣнными. Такъ, у звѣзды о Кита (Mira Ceti, т. е., Чудесная Кита) измѣненія блеска въ теченіе 11 мѣсяцевъ таковы, что 5 мѣсяцевъ она невидима 15 дней имѣетъ яркость звѣзды 2 величины. Періодъ измѣненія блеска Альголя (β Персія) 2 дня 21 ч.; блескъ уменьшается внезапно въ теченіе $3^1/_2$ ч. Временными или новыми звѣздами называются такія, которыя появляются внезапно и затѣмъ постепенно теряютъ свой блескъ. Такова новая звѣзда Тихо-де-Браге 1572 г. въ Кассіопеѣ.

Для объясненія измѣненій блеска полагаютъ, что поверхность звѣзды, подобно солнцу, имѣетъ пятна, и что звѣзда вращается около оси. Второе предположеніе, что звѣзда имѣетъ темного спутника, который обращается вокругъ нея. Когда онъ становится между звѣздой и нами, то производитъ затменіе звѣзды. Послѣднее подтвердилось помощью спектроскопа (примѣненіе начала Допплера) у Альголя.

89. **Туманности и звѣздныя кучи.** Туманности состоятъ изъ группъ звѣздъ или представляютъ массы матеріи неправильной формы, производящія впечатлѣніе пятенъ на небѣ. Въ первомъ случаѣ онѣ называются разрѣшимыми туманностями или звѣздными кучами, во второмъ же случаѣ—неразрѣшимыми. По своему

очертанію туманности бываютъ неправильныя (туманность Оріона), кольцеобразныя (въ Андромедѣ, въ Лирѣ), спиральныя (въ Борзыхъ Собакахъ), планетныя и туманныя звѣзды. Планетныя туманности представляютъ равномѣрный дискъ свѣта (въ созвѣздіи Водолея). Туманныя звѣзды суть звѣзды, окруженныя туманною оболочкой (ε Оріона).

Разрѣшимыя туманности, состоящія изъ большаго числа скученныхъ на малой площади неба звѣздъ, даютъ непрерывный звѣздный спектръ. Собственно же туманности имѣютъ прерывистый спектръ съ малымъ числомъ (4) яркихъ линій, что указываетъ на массы раскаленнаго газа и состоятъ онѣ изъ міровъ угасающихъ солнечныхъ системъ, тогда какъ кометы и метеоры, есть уже остатки разложившихся, угасшихъ.

Языкъ звѣздъ. Языкъ звѣздъ, это ихъ свѣтовое сіяніе, которое разростается съ развитіемъ планеты, достигаетъ полнаго совершенства въ солнечныхъ звѣздахъ и погибаетъ вмѣстѣ съ разложеніемъ планеторныхъ туманностей.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФІЯ.

XIII.

1. **Предметъ и раздѣленіе физической географіи.**—Физическая географія разсматриваетъ физическія явленія, совершающіяся на земномъ шарѣ; она раздѣляется на три части: первая содержитъ ученіе о воздухѣ, вторая—о водѣ и третья—о сушѣ.

2. **Actio** и **reactio.**—Всѣ физическія явленія природы становятся совершенно понятными, если мы обратимъ вниманіе на движенія нашихъ свѣтилъ и соотвѣтствующія имъ противодвиженія или реакцію. Въ человѣческой жизни, принято понимать реакцію какъ противодѣйствіе дѣйствующей на извѣстный предметъ силѣ, въ природѣ же міровъ, этого рѣзкаго противодѣйствія нѣтъ, а есть повсюду явленіе соотвѣтствующее наилучшему примѣненію дѣйствующей силы къ собственнымъ интересамъ жизни. Это вовсе не значитъ, чтобы повсюду были тишина и спокойствіе, напротивъ приходится встрѣчаться человѣку иногда съ ужасающими явленіями въ природѣ, каковы: громъ,

молнія, ураганы, землетрясенія и вулканическія изверженія, тѣмъ не менѣе съ точки зрѣнія міровой жизни эти ужасающія для человѣка явленія, есть только необходимый результатъ исполненія физическихъ законовъ обмѣна матеріи на землѣ и между мірами.

Всѣ эти явленія, можно раздѣлить на общія соотвѣтствующія потребностямъ цѣлаго организма земного шара и на частныя, соотвѣтствующія условіямъ отдѣльныхъ мѣстностей различныхъ странъ свѣта.

Первая часть физической географіи говоритъ о вѣтрахъ; эти вѣтры на земномъ шарѣ дѣлятся на постоянныя, перемѣнныя и частныя. Изъ механической или математической части географіи мы видѣли, что всѣ планеты сфероиды, въ томъ числѣ и наша земля, движутся въ сторону противоположную міровому теченію; стало быть въ этомъ движеніи, естественною, реакціею ему является міровое теченіе, по которому плывутъ всѣ хвостовые міры идущіе, на пищу солнечной системѣ—вотъ первое жизненное примѣненіе реакціи; второе мы увидимъ въ послѣдствіи въ морскихъ теченіяхъ и сопряженныхъ съ ними тоже жизненныхъ интересахъ нашей земли; таковы послѣдствія постоянныхъ вѣтровъ.

Перемѣнные вѣтры, соотвѣтствуютъ эклиптикѣ нашего солнца, стало быть извѣстное уклоненіе нашей земли отъ своего экватора, вызываетъ то или другое направленіе вѣтра. Очевидно это направленіе нужно искать въ земныхъ материкахъ и соотвѣтствующихъ ими требованіяхъ земной природы. Это будетъ вторая реакція міроваго теченія противоположная движенію сфероида земли.

Частные вѣтры, соотвѣтствуютъ всегда направленію барометрическаго минимума или максимума земли, т. е. направленіе вѣтра идетъ въ сторону наименьшаго или наибольшаго давленія воздушной атмосферы на земныя точки, причемъ движеніе въ сторону минимума всегда бываетъ или бурное или холодное, а въ сторону максимума легкое, свободное, вызывающеее и солнечное небо и ясный день. Въ первомъ случаѣ льется изъ тучъ вода; падаетъ на землю снѣгъ, во второмъ движется здоровый воздухъ. Очевидно и здѣсь идетъ реакція потребностей земли,

пополняемая тою матеріею, которая въ этихъ случаяхъ притекаетъ изъ другихъ мѣстностей.

Вотъ этотъ-то постоянный обмѣнъ матеріи на поверхности земли и въ центрѣ ея, а также между всѣми видимыми нами звѣздными мірами вселенной и вызываетъ тѣ физическія явленія на землѣ, которыя и служатъ предметомъ физической географіи.

МЕТЕОРОЛОГІЯ.

3. **Составъ и высота атмосферы; метеоры.**—Атмосфера окружаетъ землю со всѣхъ сторонъ; высота ея не можетъ быть точно опредѣлена. Нижнимъ предѣломъ можно считать 70—80 килом., потому что на такой высотѣ плаваютъ еще облака надъ землей. На высотѣ 200 килом. тоже есть достаточно плотный воздухъ, чтобы метеориты, проникающіе въ земную атмосферу съ большою скоростью, могли бы накаляться и покрываться корой.

Атмосферный воздухъ представляетъ механическую смѣсь четырехъ газовъ: азота, кислорода, водорода и углекислоты, при чемъ водородъ и кислородъ, находятся между собою въ химическомъ соединеніи. На 100 частей по объему воздуха приходится около 76 частей азота, 16 кислорода, 8 ч. водорода и около 1% углекислоты. Въ естественномъ состояніи земного шара, на всѣхъ высотахъ, этотъ составъ не измѣняется. Углекислый газъ образуется преимущественно отъ дыханія животныхъ и горѣнія. а растенія вдыхая въ себя этотъ газъ, разлагаютъ его, задерживаютъ углеродъ и выдыхаютъ кислородъ. Къ воздуху примѣшаны въ большемъ или меньшемъ количествѣ водяной паръ и пыль, т. е., твердыя частички, плавающія (взвѣшенныя, какъ говорятъ), въ воздухѣ. Въ одномъ кубическомъ сантиметрѣ комнатнаго воздуха (близъ потолка) насчитываютъ до 5 милліоновъ различныхъ тѣлецъ. Къ невидимымъ примѣсямъ атмосфернаго воздуха принадлежатъ

бактеріи или бациллы [1]), носители болѣзнетворнаго яда. Это— растительные микроорганизмы [2]).

4. **Атмосфера земли и ея назначеніе**. Атмосфера нашей земли, есть та слизь, которая окружаетъ каждое животное плавающее въ жидкости. Она имѣетъ двоякое назначеніе: съ одной стороны своимъ тяжелымъ давленіемъ сохраняетъ внутренюю жизнь и цѣлостность земного организма, какъ живого существа, съ другой стороны охраняетъ его отъ внѣшнихъ причинъ разрушенія. Хотя наша атмосфера и состоитъ изъ четырехъ газовъ: углекислоты, кислорода, водорода и азота, но главнымъ ея продуктомъ или основою, является исключительно азотъ. Азотъ—строитель всего живого на землѣ, въ тоже время онъ и охрана земного существа. Азотъ давитъ на землю съ силою 16 фунтовъ на каждый квадратный дюймъ, стало быть на одинъ футъ будетъ 2304 фунта давленія, а на квадратную сажень 112896 фунта или около 2822 пудовъ. Вотъ это то давленіе азотной массы на поверхность земли, до сихъ поръ наши учэные принимаютъ за центральную силу земного притяженія и судя по величинѣ измѣряемой планеты силу дѣйствія этого давленія уменьшаютъ или увеличиваютъ въ своихъ выводахъ, примѣняясь къ величинѣ земного радіуса. Сила эта разсматривается какъ вѣсовое явленіе тѣлъ существующихъ на поверхности планеты, причемъ большій радіусъ уменьшаетъ, а меньшій увеличиваетъ вѣсъ тѣла.

Такъ какъ земля наша движется самостоятельно въ пространствѣ и имѣетъ къ тому на своей поверхности органы движенія, то нѣтъ никакого сомнѣнія, что она есть такое же живое существо, какъ и все живущее на ней.

Каждое живое существо сконцентрировано въ самомъ себѣ на столько, что представляетъ нѣчто цѣлое недѣлимое, какъ будто бы имѣющее центральную связь притяженія, но эта центральная связь, когда мы будемъ разсматривать ближе, не есть централизація, а есть только гармонія между всѣми частями организма, сдавливаемаго въ извѣстной опредѣленной формѣ кожею или лучше сказать, наружною оболочкою животнаго. Прорѣжьте эту оболочку и вы увидите какъ изъ него польется

[1]) Греч. βακτηρία, ἡ палка; лат. bacillum (отъ bacilum) палка, посохъ.
[2]) Греч. μικρός малый; организмъ отъ ὄργανον орудіе, органъ.

кровь, смотря по ранѣ, или до полнаго истощенія организма, или до извѣстныхъ предѣловъ, пока давленіемъ окружающаго воздуха не будетъ эта рана зажата на столько, что дастъ возможность заживленію прорѣза.

Стало быть видимая централизація въ живомъ существѣ, есть только кажущаяся, а главная сила этого кажущагося сплоченія, есть та кожа, которая ея окружаетъ и тотъ воздухъ, который давитъ равномѣрно на всѣ поры кожи, не давая возможности свободнаго изліянія жизненныхъ соковъ изъ живаго организма.

Тоже самое происходитъ и съ нашею землею. Если допустить ея централизацію или такъ сказать внутреннее притяженіе, то на землѣ никогда не должно происходить ни вулканическихъ изверженій, ни водныхъ потоковъ, напротивъ мы видѣли бы на ней только одни провалы, но такъ какъ вулканическія явленія безспорно существуютъ, стало быть жизнь нашей земли аналогична съ жизнью живыхъ существъ.

Если допустить централизацію земного притяженія, то вырвавшаяся изъ подъ земли лава при изверженіяхъ и всякія горючія вещества, какъ освободившіяся изъ этого вліяніи, должны были бы летѣть въ міровое пространство, не останавливаясь на земной поверхности, тѣмъ не менѣе мы этого никогда не видимъ, стало быть эта кажущаяся централизація, есть вліяніе азота, не пускающаго съ земли никакого матеріальнаго вещества, кромѣ газовъ, съ которыми, какъ увидимъ въ послѣдствіи у него существуетъ міровая реакція.

Земля наша, по своей орбитѣ около солнца, движется со скоростью 28 верстъ въ секунду, при этомъ, кромѣ орбитнаго движенія, она совершаетъ еще движеніе вокругъ своей оси, такъ что верхнія точки ея экватора, при этомъ движеніи совершаютъ новый пробѣгъ, около 2 верстъ въ секунду; стало быть общій пробѣгъ нашей земли по орбитѣ ея съ вращеніемъ около своей оси, доходитъ до 30 верстъ въ секунду. Наши земные ураганы имѣютъ скорость вѣтра до 180 верстъ въ минуту, при этомъ вырываютъ съ корнемъ деревья, ломаютъ мачты, разрушаютъ города, селенія; вообразите теперь скорость земного шара 30 верстъ въ секунду, чтобы изъ нея должно выйти, если бы не было защитнаго азота; очевидно, что съ земнаго шара сле-

тѣло бы все въ міровое пространство, вмѣсто шара осталось бы одно веретено. Вотъ причина, почему азотъ такъ плотно охватываетъ нашу землю, т. е. земной шаръ.

Итакъ азотъ при своемъ громадномъ давленіи на землю, сохраняетъ ея сфероидальную цѣлостность и является, какъ бы эластическою кожею или слизью, какая покрываетъ организмы живущіе въ жидкостяхъ; стало быть его первое назначеніе—это внутренняя охрана земли.

Второе назначеніе—это охрана внѣшняя; разсмотримъ, какимъ образомъ она происходитъ.

Атмосфера, какъ мы видѣли въ первой части космографіи, состоитъ изъ 4 газовъ — углекислоты, кислорода, водорода и азота, но это не есть химическое соединеніе газовъ въ одно цѣлое, а есть какая-то особая смѣсь, въ которой углекислота, какъ вещество придавленное азотомъ, лежитъ своею тяжестью на днѣ смѣси, а водородъ и кислородъ въ пропорціяхъ 8 и 16 процентовъ къ общей массѣ смѣси, летитъ постоянно вверхъ, въ сторону небеснаго пространства, причемъ замѣчается, что водородъ летитъ не въ чистомъ видѣ, а въ постоянномъ химическомъ соединеніи съ кислородомъ, такъ какъ въ земной природѣ водородъ это единственный газъ, который никогда въ чистомъ видѣ не существуетъ, а находится въ вѣчныхъ соединеніяхъ или съ твердыми, или жидкими тѣлами или же съ кислородомъ.

Причины этого явленія будемъ разсматривать въ послѣдствіи, теперь же обратимъ вниманіе только на фактическое положеніе атмосферныхъ газовъ.

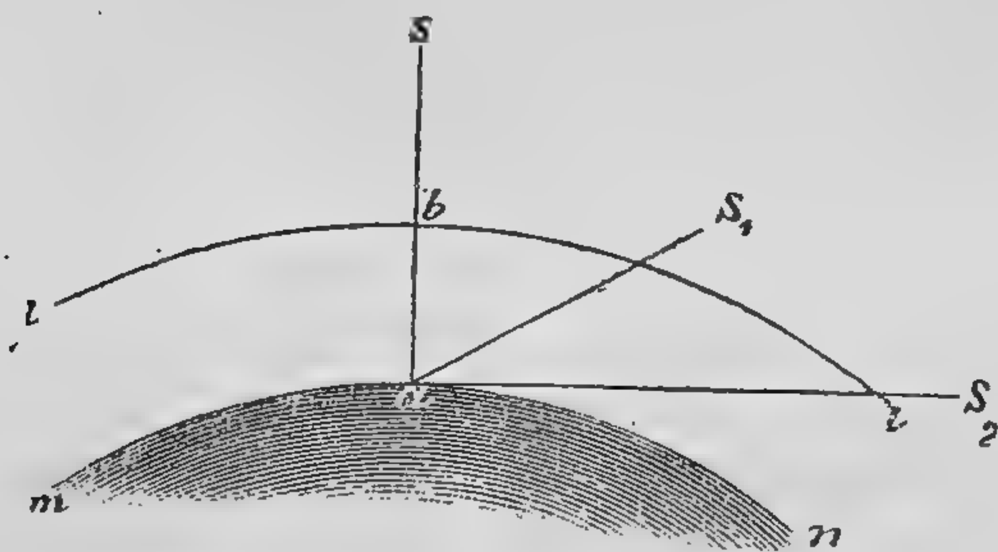
На нашу землю ежегодно падаютъ милліоны аэролитовъ, болидовъ, леонидовъ и г. д.; все это куски космическаго матеріала отжившихъ планетъ и куски иногда очень крупные въ нѣсколько тысячъ и даже милліоновъ пудовъ. Если бы это паденіе происходило такимъ образомъ какъ падаетъ дождь на землю, то въ концѣ концовъ на ней все было бы перебито и не осталось бы ни одного живого существа; но такъ какъ прежде своего паденія на поверхность земли, болидъ долженъ пробѣжать газовую или лучше сказать азотную оболочку земли или атмосферу, то и происходитъ такого рода явленіе: азотъ оказывая сопротивленіе противодвиженію болида, производитъ съ нимъ сильное треніе, вызывающее накаливаніе послѣдняго,

т. е. болида; при этомъ накаливанiи сгораетъ кислородъ атмосферы, а освободившiйся и тоже накалившiйся водородъ, рветъ въ мелкiе куски раскаленный болидъ и уничтожая въ самомъ существѣ противодвиженiе послѣдняго азотной массѣ нашей атмосферы, даетъ ему возможность опуститься на нашу землю въ формѣ космической пыли, безъ вреда живущимъ на ней существамъ.

Вотъ въ краткихъ словахъ одна изъ главныхъ цѣлей существованiя земной атмосферы и ея назначенiя, всѣ послѣдующiя цѣли будутъ разсматриваться своевременно при изученiи соотвѣтствующихъ имъ вопросовъ космографiи.

Явленія, зависящія отъ теплоты.

5. **Влiянiе атмосферы на нагрѣванiе земной поверхности.** — Мiровое пространство имѣетъ весьма низкую температуру; Пупье полагаетъ ее въ—140⁰. Чрезъ эту холодную среду тепловые лучи небесныхъ тѣлъ проходятъ по всѣмъ направленiямъ, не измѣняя, однакожъ, ея температуры; встрѣчая на пути нетеплопрозрачное тѣло, они поглощаются. Такимъ образомъ, земной шаръ получаетъ со всѣхъ сторонъ тепловые лучи, но только солнечные лучи оказываютъ влiянiе; теплота прочихъ небесныхъ свѣтилъ неощутительна.



Фиг. 88.

Тепловые лучи солнца, проходя чрезъ воздухъ, задерживаются въ большей или меньшей степени, въ зависимости отъ длины пройденнаго ими пути въ атмосферѣ. Пусть *man* (фиг. 88)—земля, и *ll*—граница атмосферы. Если солнце S находится въ зенитѣ мѣста *a*, то лучи достигаютъ *a*, пройдя наименьшiй путь *ab*, и испытываютъ поэтому наименьшую потерю; чѣмъ высота солнца меньше, тѣмъ больше этотъ путь, и больше погло-

щеніе; наибольшая потеря будетъ, когда солнце S_2 въ горизонтѣ. Въ высшихъ слояхъ атмосферы воздухъ весьма рѣдокъ и потому теплопрозраченъ. Солнечные лучи проходятъ чрезъ него безъ задержки, и онъ остается весьма холоденъ. Только въ низшихъ слояхъ атмосферы бываетъ значительное поглощеніе.

Если примемъ высоту атмосферы равною 1, коэффиціентъ поглощенія равнымъ 0,75, то для безоблачнаго неба получимъ слѣдующую табличку:

Высота солнца	0°	5°	10°	20°	30°	50°	70°	90°
Толщина атмосферы. . .	35,5	10,2	5,56	2,90	1,99	1,31	1,07	1,00
Пропущенное количество лучей	0,000	0,053	0,202	0,434	0,564	0,687	0,736	0,750

При прохожденіи солнечныхъ лучей чрезъ атмосферу происходитъ *избирательное поглощеніе*, т. е., неодинаковое для лучей всякой длины волнъ; лучи съ длинною волной менѣе поглощаются, чѣмъ лучи съ короткою волной.

Если воздухъ содержитъ сгущенный паръ, наприм. въ видѣ облака, то до земной поверхности достигаетъ ничтожное количество теплоты. Сухой воздухъ въ нижнихъ слояхъ атмосферы также много задерживаетъ теплоты. Напротивъ, прозрачный паръ, т. е. не перешедшій въ жидкое состояніе, но близкій къ состоянію насыщенія, увеличиваетъ прозрачность атмосферы, какъ для свѣтовыхъ, такъ и для тепловыхъ лучей. Къ этому заключенію приводитъ насъ съ одной стороны всѣмъ извѣстное явленіе, что отдаленные предметы, напр. гребни горъ, лучше видны при влажномъ воздухѣ, чѣмъ при сухомъ, съ другой— опыты Жамена и Массона, по которымъ средины, прозрачныя для какихъ либо цвѣтныхъ лучей, теплопрозрачны и для лучей тепла тѣхъ же показателей преломленія. Наконецъ, въ высшихъ слояхъ атмосферы воздухъ, сколько бы ни было въ немъ прозрачнаго пара, одинаково пропускаетъ тепловые и свѣтовые лучи.

Днемъ, послѣ восхода солнца земля нагрѣвается и начинаетъ лучеиспускать въ небесныя пространства. Воздухъ, теплопрозрачный для лучей большихъ показателей преломленія, мало прозраченъ для лучей слабой преломляемости. Нагрѣтая почва испускаетъ только темную теплоту, т. е. лучи, наименѣе прелом-

ляющіеся, которые не могутъ проникнуть чрезъ воздухъ. Они нагрѣваютъ атмосферу и преимущественно ея нижніе слои. Здѣсь происходитъ совершенно то же явленіе, что и въ парникахъ: тепловые лучи солнца, обладающіе большими показателями преломленія, проникаютъ чрезъ стекло, а лучи нагрѣтой почвы задерживаются.

Ночью, когда надъ горизонтомъ нѣтъ дневного свѣтила, нѣтъ притока солнечной теплоты, и земля вмѣстѣ съ воздухомъ мало-по-малу охлаждаются, никогда однакоже не достигая температуры небеснаго пространства.

Отсюда видимъ, что воздухъ оказываетъ двойное дѣйствіе: съ одной стороны, мало задерживая солнечную теплоту, онъ даетъ возможность нагрѣваться земной поверхности, съ другой, задерживая земную теплоту, самъ нагрѣвается и предохраняетъ землю отъ слишкомъ сильнаго охлажденія. Когда нѣтъ притока тепла, какъ напр. зимою и даже лѣтомъ ночью,—чѣмъ воздухъ непрозрачнѣе, тѣмъ температура выше; самые сильные холода наблюдаются при безоблачномъ небѣ, зимою.

6. **Измѣненіе температуры.**—Въ разныхъ точкахъ земной поверхности и даже въ одномъ и томъ же мѣстѣ, но въ разное время года и сутокъ, температура воздуха бываетъ неодинакова. Она измѣряется термометромъ, который долженъ быть поставленъ вдали отъ зданій и защищенъ отъ дождя, лучей солнца и проч. Предосторожности эти необходимы для того, чтобы термометръ показывалъ только температуру воздуха, независимо отъ всякихъ другихъ обстоятельствъ.

Чтобы найти законъ дѣйствія солнечной теплоты на землю, берутъ *среднюю* изъ наблюдательныхъ температуръ; этимъ названіемъ обозначается число, получаемое отъ раздѣленія суммы замѣченныхъ температуръ на ихъ число. Если, наприм., въ продолженіе года, будемъ замѣчать температуру каждый день, въ одинъ и тотъ же часъ сутокъ, напр., въ 10 часовъ утра, сложимъ наблюденныя величины и раздѣлимъ на 365, то получимъ среднюю температуру этого часа. Средняя температура имѣетъ весьма важное значеніе. Если въ иное время нѣкоторыя обстоятельства, какъ, напр., ясный день, теплый вѣтеръ, возвышаютъ температуру воздуха, то конечно бываютъ и противоположныя явленія: покрытое облаками небо, холодный вѣтеръ,—отъ кото-

рыхъ температура понижается. Въ суммѣ вліяніе этихъ случайностей будетъ уменьшено и даже совершенно уничтожилось бы, если бы каждой неправильности соотвѣтствовала равная ей и противоположная; чѣмъ болѣе сдѣлано наблюденій, тѣмъ болѣе вѣроятенъ найденный результатъ. Слѣдовательно, средняя температура показываетъ весьма близко только дѣйствіе солнечныхъ лучей, независимо отъ всякихъ другихъ обстоятельствъ, и при томъ такъ, какъ если бы тепло, получаемое землею отъ солнца въ каждую единицу времени, было всегда одно и то же.

Средняя температура сутокъ найдется, если сложимъ температуры, наблюденныя черезъ каждый часъ, и сумму раздѣлимъ на 24; чтобы получить среднюю температуру мѣсяца, складываютъ среднія температуры всѣхъ сутокъ этого мѣсяца и сумму дѣлятъ на число сутокъ; если сложить среднія температуры мѣсяцевъ какого-либо года и сумму раздѣлить на 12, то найдемъ среднюю температуру этого года. Средняя температура, взятая за многіе годы, называется *среднею температурою мѣста;* она почти постоянна; напр., средняя температура, за 20 лѣтъ равна средней температурѣ за другія 20 лѣтъ.

7. **Наибольшая и наименьшая температуры.** Въ продолженіи сутокъ, средняя температура часа измѣняется: одинъ разъ достигаетъ наибольшей и разъ наименьшей величинъ; первая бываетъ въ два часа пополудни, вторая—незадолго до восхода солнца. Это явленіе объясняется слѣдующимъ образомъ. Начиная съ восхода солнца, тепловые лучи этого свѣтила постепенно приближаются къ отвѣсному направленію, отъ чего дѣйствіе ихъ увеличивается; по мѣрѣ нагрѣванія земной поверхности, возрастаетъ ея лучеиспускательная сила; но какъ расходъ тепла менѣе прихода, то температура увеличивается. При дальнѣйшемъ возвышеніи солнца надъ горизонтомъ, притокъ тепла продолжаетъ возрастать и въ полдень, во время наибольшей высоты солнца, достигаетъ наибольшей величины; но не тогда еще бываетъ время наибольшей температуры, потому что въ это мгновеніе притокъ тепла превышаетъ расходъ. Послѣ полудня, когда лучи солнца начинаютъ косвеннѣе падать на земную поверхность, притокъ тепла уменьшается, но расходъ отъ продолжающагося возвышенія температуры, все еще увеличивается, а потому будетъ такое мгновеніе, когда притокъ сдѣлается равнымъ

расходу; это и будетъ время наибольшей температуры. Потомъ, расходъ дѣлается больше прихода, и земля начинаетъ охлаждаться. Съ пониженіемъ температуры уменьшаетсял лучеиспусканіе. Ночью остается только одинъ расходъ, который продолжаетъ убывать, и незадолго до восхода солнца становится такъ малъ, что вознаграждается тѣмъ ничтожнымъ количествомъ теплоты, которое отражаютъ частицы верхнихъ слоевъ атмосферы, съ появленіемъ утренней зари. Въ эту пору температура бываетъ наименьшая. Затѣмъ, явленіе повторяется въ прежнемъ порядкѣ.

Многочисленныя наблюденія показали, что средняя изъ наибольшей и наименьшей температуръ равна средней температурѣ сутокъ.

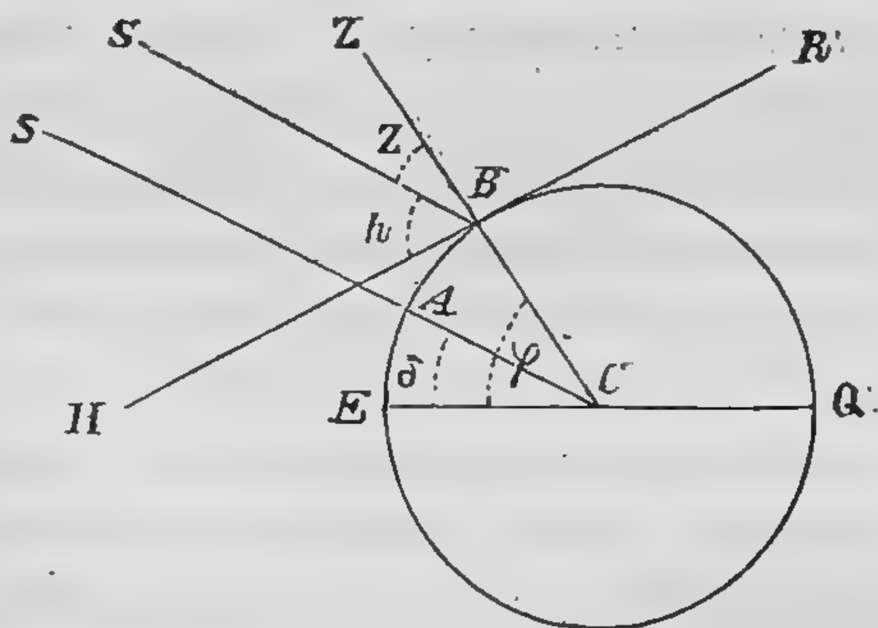
Самая высокая температура, которая когда либо наблюдалась, замѣчена у Евфрата, именно, 44^{0},4 (Р), наименьшая —67^{0},5 въ Сибири.

Въ продолженіе года, температура, измѣняясь, достигаетъ около 10-го іюля наибольшей величины и около половины января—наименьшей. Объясненіе этого явленія подобно предыдущему. Начиная съ 9-го марта, когда день бываетъ равенъ ночи, продолжительность дня и полуденная высота солнца увеличиваются, а вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается количество получаемой землею теплоты; однакоже, наибольшая температура не соотвѣтствуетъ наибольшей продолжительности дня и наибольшей полуденной высотѣ солнца (10-го іюня), потому что тогда земля менѣе изъ себя испускаетъ теплоты, нежели пріобрѣтаетъ, и температура ея продолжаетъ возрастать. Но вслѣдствіе уменьшенія притока теплоты и увеличенія потери на лучеиспусканіе, будетъ мгновеніе, когда притокъ и потеря сдѣлаются равными, что случается около 10-го іюля; въ это время бываетъ наибольшая температура. Потомъ, температура понижается, но наименьшей величины достигаетъ послѣ того, какъ бываетъ наименьшая длина дня и самая малая полуденная высота солнца (10-го декабря), потому, что, хотя съ этого мгновенія притокъ тепла начинаетъ увеличиваться, но онъ менѣе расхода, и температура продолжаетъ убывать до половины января, когда приходъ и расходъ дѣлаются равными; это и будетъ время наименьшей температуры. Затѣмъ, приходъ начинаетъ превышать рас-

ходъ, и температура возвышается до своей наибольшей величины.

8. **Неравномѣрное распредѣленіе тепла на земной поверхности.**—Нагрѣваніе земной поверхности солнечными лучами или такъ называемая *инсоляція* (лат. in въ, на и sol солнце) зависитъ отъ *наклона* солнечныхъ лучей къ горизонту [1]). Изъ физики извѣстно, что количество падающаго на какую либо площадь тепла (свѣта) прямо пропорціонально синусу угла, составляемаго лучами съ этою площадью.

Пусть (фиг. 89) EQ экваторъ, C центръ земли, B какая либо точка земной поверхности; S—солнце настолько удалено отъ земли, что идущіе отъ него свѣтовые и тепловые лучи SS параллельны между собой; HR горизонтъ точки B, Z ея зенитъ; $\angle SBZ = z$ зенитное разстояніе солнца $\angle SBH = h$ высота солнца; $\angle SCE = \delta$ склоненіе солнца, $\angle BCE = \varphi$ широта мѣста B. Мѣсто A, находящееся на прямой CS, соединяющей центръ земли и солнце, имѣетъ солнце въ зенитѣ и потому получаетъ *всѣ* солнечные лучи. Высота солнца надъ горизонтомъ мѣста B есть $h = \angle SBH = 90^0 - \angle SBZ = 90^0 (\varphi - \delta)$. потому что $\angle SBZ = \angle SCB = \varphi - \delta$; отсюда инсоляція для мѣста B пропорціональна $\sin h$ или $\cos (\varphi - \delta)$. Слѣдовательно *инсоляція какой либо точки земной поверхности пропорціональна косинусу разности между широтой этой точки и склоненіемъ солнца.*



Фиг. 89.

На этой теоремѣ основано древнегреческое дѣленіе земной поверхности на пять поясовъ. Нагрѣваніе уменьшается отъ экватора къ полюсамъ; когда солнце на экваторѣ, земные полюсы не получаютъ совсѣмъ свѣта и тепла, потому что тогда

---

[1]) Этимъ объясняется происхожденіе названія — *климатъ* греч. κλίμα, ματος, наклонность отъ κλίνειν наклонять, наклоняться.

cos $(\varphi-\delta) =$ сос $(90^0-0^0) = 0$. Между тропиками, солнце въ полдень бросаетъ лучи на земную поверхность почти отвѣсно, и потому производитъ весьма сильное нагрѣваніе. Напротивъ, въ мѣстахъ, лежащихъ около полюсовъ, полуденная высота солнца бываетъ всегда незначительная, лучи его падаютъ почти горизонтально и оттого дѣйствуютъ весьма слабо. Въ странахъ умѣреннаго пояса, гдѣ высота солнца въ полдень имѣетъ посредственную величину, температура бываетъ умѣренная.

Отъ разстоянія между солнцемъ и землей нагрѣваніе не зависитъ, потому что разстояніе это весьма мало измѣняется.

Инсоляція обусловливаетъ *теоретическій* или *астрономическій климатъ, физическій* же опредѣляется совокупностью многихъ условій: высотою мѣста, направленіемъ вѣтровъ, близостью морей и озеръ, теплыми морскими теченіями, количествомъ падающей воды изъ атмосферы и проч.

9. **Высота мѣста.**—Съ поднятіемъ надъ земною поверхностью, средняя температура и разность между наибольшею и наименьшею температурами становятся меньше. Это явленіе объясняется слѣдующимъ образомъ. Лучи солнца, проникая чрезъ атмосферу, нагрѣваютъ земную поверхность, которая, въ свою очередь, сообщаетъ теплоту нижнимъ слоямъ воздуха. Нагрѣтый воздухъ, по причинѣ своей относительной легкости, подымается, но, встрѣчая меньшее давленіе, расширяется и поэтому охлаждается [1]); когда температура его сдѣлается равною температурѣ окружающаго воздуха, то дальнѣйшее движеніе вверхъ прекращается. Поэтому, восходящее теченіе нагрѣтаго воздуха должно имѣть предѣлъ, далѣе котораго оно распространяться не можетъ; чѣмъ менѣе воздухъ нагрѣтъ, тѣмъ ниже онъ подымается. Слѣдовательно, по мѣрѣ удаленія отъ земной поверхности, температура должна уменьшаться, а вмѣстѣ съ нею и разность между наибольшею и наименьшею температурами.

---

[1]) Газы при расширеніи охлаждаются только въ томъ случаѣ, если при этомъ производятъ механическую работу. Въ атмосферѣ именно такъ и бываетъ, потому что воздухъ при расширеніи долженъ преодолѣть давленіе окружающихъ его массъ; сверхъ того, теплота расходуется на поднятіе самого воздуха.—Кромѣ указанной причины уменьшенія температуры съ высотою, существуетъ еще другая: это—осажденіе водянаго пара и выдѣленіе скрытой теплоты, преимущественно въ нижнихъ слояхъ атмосферы,

Въ такомъ видѣ явленіе дѣйствительно наблюдается на аэростатахъ и уединенныхъ горахъ. Не такъ бываетъ на плоскихъ возвышенностяхъ. Здѣсь тепловые лучи солнца, мало задерживаемые воздухомъ, сильно нагрѣваютъ земную поверхность, но зато ночью, по причинѣ теплопрозрачности воздуха, земля быстро охлаждается. Поэтому, лѣта здѣсь знойныя, и зимы холодныя; переходъ отъ дня къ ночи также весьма рѣзокъ.

Восходя по высокой горѣ, мы замѣчаемъ тѣ же явленія, какъ при переходѣ отъ экватора къ полюсу; температура постепенно понижается, а соотвѣтственно тому измѣняется растительность. Подымаясь, наприм., на высокую гору тропическаго пояса, мы встрѣчаемъ у подошвы ея пальмы и другія растенія жаркаго климата; восходя далѣе, находимъ лимонныя и лавровыя деревья, потомъ дубъ, березу, сосну, далѣе кустарники, мхи; наконецъ, растительность исчезаетъ; затѣмъ, начинаются вѣчные снѣга.

10. **Направленіе вѣтра.**—Направленіе господствующихъ вѣтровъ оказываетъ большое вліяніе на температуру мѣста; если преобладающіе вѣтры теплые и влажные, то температура возвышается; обратно, холодные и сухіе вѣтры понижаютъ температуру.

Въ сѣверномъ умѣренномъ поясѣ чаще другихъ дуютъ вѣтры: сѣверо-восточный и юго-западный, въ южномъ—юго-восточный и сѣверо-западный

Въ Европѣ, особенно по западнымъ берегамъ ея, юго-западный вѣтеръ тепелъ и напитанъ парами, такъ какъ онъ дуетъ изъ теплыхъ странъ и съ моря, а сѣверо-восточный холоденъ и сухъ, потому что приходитъ изъ странъ холодныхъ и идетъ по материку, гдѣ оставляетъ большую часть своей влаги. Юго-западный вѣтеръ, принося съ собою большое количество паровъ, способствуетъ образованію водяныхъ метеоровъ: дождя и проч. Но какъ при переходѣ воды изъ газообразнаго состоянія въ жидкое освобождается значительное количество скрытой теплоты, то температура воздуха отъ того еще болѣе увеличивается. Напротивъ, сѣверо-восточный вѣтеръ понижаетъ температуру, какъ потому, что онъ самъ по себѣ холоденъ, такъ и оттого, что по причинѣ его сухости, вода легко испаряется и поглощаетъ теплоту, переводя ее въ скрытое состояніе.

11. **Близость моря.**—Близость моря возвышаетъ температуру и дѣлаетъ ее болѣе однообразною. Во время лѣта, тепловые лучи солнца нагрѣваютъ не одну только поверхность воды, какъ это бываетъ съ землею, но цѣлый слой значительной толщины, потому что вода есть тѣло довольно прозрачное. При этомъ вода испаряется и поглощаетъ теплоту, переводя ее въ скрытое состояніе. По причинѣ большой теплоемкости, вода для нагрѣванія требуетъ много тепла и потому нагрѣвается мало. Отъ этого, въ приморскихъ странахъ лѣтній зной умѣряется, и жары не бываютъ такъ сильны, какъ въ серединѣ материка. Зимою происходитъ обратное явленіе: вода уменьшаетъ холодъ. Море охлаждается гораздо медленнѣе материка, потому что охлажденныя на поверхности частицы воды опускаются, какъ болѣе тяжелыя, и замѣщаются нижними, болѣе теплыми, которыя потомъ, въ свою очередь, охлаждаются. Кромѣ того, въ приморскихъ странахъ воздухъ, притекающій съ моря, напитанъ парами, которые, переходя въ капельное состояніе, освобождаютъ скрытую теплоту. Близость моря болѣе уменьшаетъ зимній холодъ, чѣмъ умѣряетъ лѣтній зной, и, слѣдовательно, должна возвышать среднюю температуру года. Въ подтвержденіе сказаннаго, приводится таблица, изъ которой видно, что средняя температура тѣмъ менѣе, а разность между зимнею и лѣтнею температурами, тѣмъ болѣе, чѣмъ мѣсто лежитъ восточнѣе, хотя пять нижепоименованныхъ городовъ лежатъ почти на одной и той же широтѣ. Петропавловскій портъ подъ это правило не подходитъ, потому что восточное побережье Азіи подчиняется дѣйствію Тихаго океана.

	Сѣвер. широта.	Вост. долгота отъ Ферро.	Средн. температ. года.	Средн. температ. іюля.	Средн. температ. января.
Варшава	52°13′	38°42′	+7°,4	+18,1	— 4°,4
Орелъ	52°58′	53°44′	+5,1	+19,4	— 9,5
Оренбургъ	51°45′	72°46′	+3,0	+21,0	—15,4
Иркутскъ	52°16′	121°56′	—0,5	+18,5	—21,2
Петропавловскій портъ	53°0′	176°24′	+2,9	+14,5	— 6,5

12. **Вліяніе прѣсныхъ озеръ.**—Прѣсная вода озеръ имѣетъ иное дѣйствіе, чѣмъ соленая морская. При пониженіи температуры ниже 4^0 (С), прѣсная вода перестаетъ опускаться на дно, потому что дѣлается менѣе плотною, и чрезъ то, быстро охлаждается. Такимъ образомъ умѣряя лѣтній жаръ, прѣсныя озера мало умѣряютъ зимній холодъ. Этимъ между прочимъ объясняется относительно низкая температура сѣверной Америки, гдѣ находится множество большихъ и малыхъ прѣсныхъ озеръ.

13. **Изотермы, изотеры и изохимены.**—Для удобнѣйшаго представленія о распредѣленіи средней температуры, соединяютъ линіями точки земной поверхности, имѣющія одинаковыя среднія годовыя температуры воздуха; такія линіи называютъ *изотермами* [1]). Если бы земная поверхность была повсюда однородна, то изотермы совпадали бы съ кругами широтъ. На самомъ же дѣлѣ онѣ весьма неправильнаго вида. По мѣрѣ приближенія ихъ съ Атлантическаго океана къ Европѣ, онѣ подымаются, потомъ недалеко отъ береговъ, вслѣдствіе охлаждающаго дѣйствія материка, спускаются и продолжаютъ понижаться по вступленіи на материкъ, такъ что Лондонъ и Астрахань оказываются на одной и той же изотермѣ 10^0, хотя мѣста эти значительно различаются по широтѣ. Изотерма съ наибольшею температурой 23^0 (Р) или термическій экваторъ пересѣкаетъ въ двухъ точкахъ географическій экваторъ; она проходитъ въ южномъ полушаріи черезъ Тихій океанъ, а въ сѣверномъ—черезъ Атлантическій.

Для лучшаго представленія разнообразностей въ наибольшихъ и наименьшихъ температурахъ, приводятъ еще *изотеры* [2]) и *изохимены* [3]). Первыми называютъ линіи соединяющія точки земной поверхности; имѣющія одинаковыя среднія лѣтнія температуры, вторыя—имѣющія одинаковыя среднія зимнія температуры. Изохимены имѣютъ одинаковый характеръ съ изотермами: онѣ также спускаются, вступая на материкъ, только представляютъ болѣе сильные изгибы. Такимъ образомъ, изохимена Астрахани проходитъ немного юго-западнѣе Нордъ-Капа; иначе сказать,

---

[1]) Греч. ἴσος равный, одинаковый и θέρμη жаръ.

[2]) Греч. θὲρος лѣто.

[3]) Греч. χειμών или χεῖμα зима.

зимою въ Астрахани столь же холодно, какъ на сѣверной оконечности Норвегіи. Изотеры имѣютъ весьма слабые изгибы и при томъ въ противоположную сторону съ изотермами. Астрахань и Флоренція лежатъ, приблизительно, на одной и той-же изотерѣ, т. е. эти страны имѣютъ одинаково теплое лѣто.

14. **Климатъ.**—Различаютъ двухъ родовъ климатъ: *континентальный* [1]) или *рѣзкій* и *морской* или *мягкій*. Первый отличается рѣзкими переходами отъ тепла къ холоду, холодною зимою, знойнымъ лѣтомъ, второй же отличается приблизительно равномѣрнымъ распредѣленіемъ температуры въ теченіе всего года. Въ странахъ, имѣющихъ морской климатъ, зимняя стужа и лѣтній жаръ умѣренные; земля обильно орошается атмосферною водою. Высшую степень мягкости климата представляетъ Великобританія; въ нѣкоторыхъ частяхъ ея растительность никогда не теряетъ своей зелени. По мѣрѣ углубленія во внутренность материковъ, разность температуръ возрастаетъ, и климатъ приближается къ континентальному. Киргизскія степи подвергаются то жестокой стужѣ, то жару, а потому и растительность тамъ самая скудная. Теплыя океанскія теченія и вѣтры оказываютъ преимущественное вліяніе на западные берега Европы и С. Америки; отъ этого восточное побережье Азіи холоднѣе западнаго побережья С. Америки, а западные берега Европы имѣютъ ту же среднюю температуру, какъ восточные берега С. Америки, лежащіе на 20^0 ближе къ экватору. Соотвѣтственно климату страны, въ ней воздѣлываются тѣ или другія растенія. Такъ, въ Астрахани вызрѣваетъ виноградъ, но каштанъ отъ зимнихъ стужъ погибаетъ; напротивъ, въ Англіи, по причинѣ ея прохладнаго лѣта, разведеніе винограда невозможно, между тѣмъ мягкая зима не мѣшаетъ произростать каштану.

XIV.

Водяные метеоры.

15. Съ поверхности океановъ и другихъ водныхъ пространствъ, а также съ поверхности влажной почвы, уносятся восходящими

---

[1]) Лат. continens (прич. наст. отъ contineo; дополни terra) твердая земля материкъ.

потоками воздуха въ атмосферу водяные пары. Чрезъ охлажденіе пары переходятъ въ жидкое состояніе и даютъ начало водянымъ метеорамъ; сюда принадлежатъ: роса, иней, туманъ, облака, дождь, снѣгъ, крупа и градъ.

16. **Роса.**—*Роса* есть капли воды, появляющіяся на листьяхъ растеній и на другихъ предметахъ, вскорѣ послѣ захода солнца. Происхожденіе ея объясняется слѣдующимъ образомъ. Во время жаркаго дня образуется много паровъ, но, послѣ заката солнца, земля и всѣ предметы начинаютъ быстро охлаждаться чрезъ лучеиспусканіе, между тѣмъ какъ воздухъ сохраняетъ почти столько же теплоты, такъ что разность температуръ атмосферы и земныхъ предметовъ иногда доходитъ до 12^0. Болѣе всего охлаждается неполированная поверхность худыхъ проводниковъ, потому что такія поверхности обладаютъ большою лучеиспускательною способностью; эта потеря не вознаграждается притокомъ тепла отъ внутреннихъ частей тѣла, такъ какъ въ худыхъ проводникахъ тепла передается медленно. Наконецъ, по достаточномъ охлажденіи, предметы покрываются каплями воды; то же самое замѣчаемъ на наружныхъ стѣнкахъ стакана съ холодною водой, внесеннаго въ теплую комнату. Чѣмъ болѣе разность между температурою дня и ночи, и чѣмъ болѣе въ воздухѣ паровъ, тѣмъ роса обильнѣе; отсюда понятно, почему такъ много бываетъ росы въ странахъ приморскихъ и особенно тропическаго пояса. Въ песчаныхъ степяхъ росы вовсе не замѣчается. Она также не бываетъ во время вѣтра, или когда небо покрыто облаками. При вѣтрѣ слои воздуха безпрерывно мѣняются и не успѣваютъ достаточно охладиться отъ соприкосновенія съ земными тѣлами. При пасмурномъ небѣ, тепловые лучи испускаемые землею, отражаются облаками назадъ, и земные предметы не могутъ настолько охладиться сами и охладить прилегающій слой воздуха, чтобы пары, въ немъ заключающіеся, достигли состоянія насыщенія.

Если воздухъ весьма чистъ, то температура земли можетъ опуститься ниже 0^0, и роса появляется въ видѣ ледяныхъ иглъ, хотя температура воздуха будетъ выше замерзанія; это и есть *ранніе морозы*, случающіеся весною и осенью, а иногда и лѣтомъ, и отъ которыхъ такъ страдаютъ молодыя растенія.

Зимою, во время холодовъ, всѣ земные предметы—деревья,

зданія и проч.—охлаждаются весьма сильно; если потомъ воздухъ сдѣлается теплѣе, то изъ него осаждается на эти предметы роса въ видѣ чрезвычайно малыхъ кристалловъ; эта замершая роса называется *инеемъ*.

17. **Туманъ и облака**.—Если водяные пары не насыщаютъ пространства, то они, подобно воздуху, прозрачные, безцвѣтны и потому невидимы; но какъ скоро, вслѣдствіе охлажденія, пары переходятъ въ жидкое состояніе, то являются чрезвычайно малыя капли воды, которыя, когда ихъ много, представляются бѣлою непрозрачною массою. *Туманъ* есть именно такія водяныя капли; будучи весьма малы, они испытываютъ большое сопротивленіе атмосферы, а потому падаютъ весьма медленно; если при этомъ есть хотя слабое теченіе снизу теплаго воздуха, то водяныя капли вовсе перестаютъ падать и даже подымаются, не смотря на то, что ихъ плотность гораздо болѣе плотности воздуха.

Пусть вода рѣки, озера или моря теплѣе атмосферы тогда самый нижній слой воздуха напитается парами воды, нагрѣется и, сдѣлавшись легче, подымется; здѣсь онъ опять охладится, и пары перейдутъ въ капельное состояніе. Поднявшійся теплый воздухъ замѣстится холоднымъ и тяжелымъ, который, въ свою очередь, нагрѣется, наполнится парами и также подымется. Такимъ образомъ, надъ поверхностью воды туманъ какъ-бы растетъ, подымаясь все выше и выше. Такое явленіе можетъ случиться, спустя нѣсколько времени послѣ заката солнца, когда воздухъ достаточно охладится, между тѣмъ какъ вода будетъ еще имѣть почти прежнюю температуру, какъ по причинѣ большой теплоемкости, такъ и потому, что частицы ея, охлажденныя на поверхности чрезъ лучеиспусканіе, опускаются и замѣщаются болѣе теплыми.

Туманъ можетъ также образоваться отъ прикосновенія холоднаго воздуха съ теплою и влажною почвой.

Холодныя страны, омываемыя теплою водою,—самыя туманныя. Сюда принадлежитъ Ньюфаундлендъ. Находясь подъ высокими широтами, этотъ архипелагъ имѣетъ весьма холодный воздухъ; въ то же время вода омывающаго его моря имѣетъ сравнительно высокую температуру. Эта вода приносится морскимъ теченіемъ

которое называется *Гольфстромъ* [1]) или *Заливное теченіе* и идетъ отъ экватора. То же теченіе достигаетъ береговъ западной Европы и дѣлаетъ Великобританію одною изъ самыхъ туманныхъ странъ, потому что температура воздуха ея значительно ниже температуры водъ Заливного теченія.

Облако есть то же самое, что и туманъ, но только на большей высотѣ надъ земною поверхностью; туманъ, уносимый иногда восходящими теченіями воздуха, превращается въ облако; обратно, облако, опускающееся до земли, какъ это нерѣдко наблюдается въ гористыхъ мѣстахъ, превращается въ туманъ. Наконецъ, подымаясь по высокой горѣ, можно иногда достигнуть облака, которое тогда представляется туманомъ; восходя далѣе, минуемъ туманъ и увидимъ ниже себя облако.

Плаваніе облаковъ объясняется такъ же, какъ и плаваніе мелкихъ водяныхъ капель тумана.

Облака, подобно туману, образуются чрезъ охлажденіе влажнаго воздуха, хотя и при другихъ условіяхъ, о которыхъ будетъ сказано въ отдѣлѣ барометрическихъ максимумовъ и минимумовъ.

Различаютъ три главныхъ вида облаковъ: *перистыя* [1]) *кучевыя* [2]) и *слоистыя* [3]). Перистыя облака имѣютъ видъ тонкихъ параллельныхъ волоконъ, и находятся на большой высотѣ атмосферы; потому-то они и кажутся намъ одинаково удаленными, смотримъ ли мы на нихъ изъ равнинъ, или съ вершинъ самыхъ высокихъ горъ.

Кучевыя облака имѣютъ полушарообразную форму и образуются восходящими атмосферными потоками. Они бываютъ только въ теплое время, потому что только тогда возможны восходящія теченія, и плаваютъ обыкновенно на менѣе значительной высотѣ.

Слоистыя облака представляютъ горизонтальныя стѣнообразныя массы паровъ, появляющіяся при закатѣ солнца и исчезающія при восходѣ.

Кромѣ этихъ главныхъ формъ облаковъ, различаютъ еще

---

[1]) Нѣм. Golf заливъ, Strom теченіе.

[2]) Cirrus.

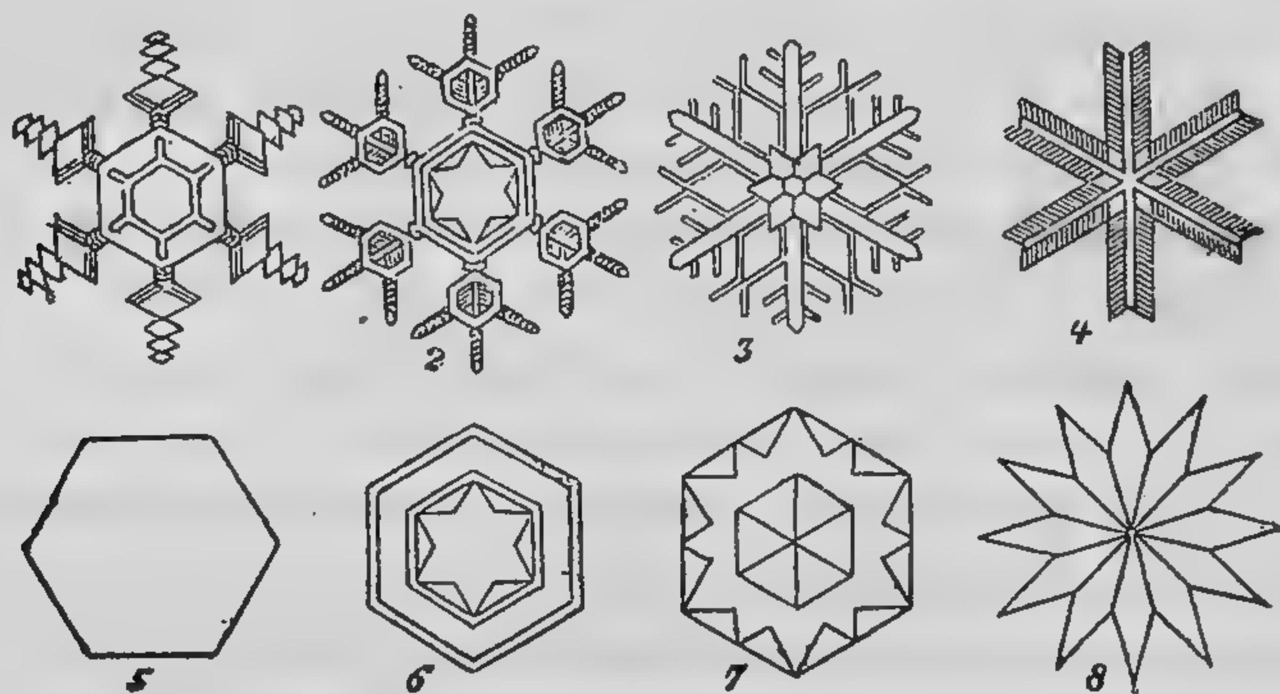
[3]) Cumulus.

[4]) Stratus.

переходныя: перисто-слоистыя, слоисто-кучевыя и перисто-кучевыя.

Дождевое облако [1]) отличается отъ предыдущихъ большимъ скопленіемъ водяныхъ капель. Оно бываетъ столь густо, что не пропускаетъ чрезъ себя лучей солнца, и потому кажется болѣе или менѣе чернымъ.

18. **Дождь и снѣгъ.**—Если нѣтъ восходящаго теченія воздуха, то облако понижается, и если при паденіи встрѣчаетъ сухой воздухъ, то разрѣшается въ пары и исчезаетъ. Иногда существуетъ постоянная причина осажденія пара; тогда можетъ слу-



Фиг. 90.

читься, что съ одной стороны облако наростаетъ, а съ другой исчезаетъ въ сухомъ воздухѣ, или подъ вліяніемъ нагрѣвательной силы солнца. Если, наконецъ, падающіе водяные шарики, изъ которыхъ состоитъ облако, встрѣчаютъ теплый и влажный воздухъ, то они увеличиваются отъ осажденія на нихъ пара и падаютъ на землю въ видѣ болѣе или менѣе крупныхъ капель. Такимъ образомъ происходитъ дождь. Когда температура воздуха ниже замерзанія, то на первую замерзшую частицу воды осаждаются другія, и получается *снѣгъ*. Снѣжинки имѣютъ весьма разнообразныя формы; фиг. 90 изображаетъ 8 такихъ формъ. Кристаллическій снѣгъ наблюдается только при тихомъ состояніи атмосферы. Если воздухъ облаковъ не спокоенъ, то снѣжинки скатываются въ шарики; этотъ метеоръ называется *крупою*.

Количество выпадающей изъ атмосферы воды весьма раз-

[1]) Nimbus.

лично для разныхъ странъ; вообще замѣчено, что ея падаетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ мѣсто лежитъ ближе къ экватору. Страны гористыя или лежащія вблизи морей и озеръ по большей части обильно орошаются метеорическою водою; середины материковъ испытываютъ, напротивъ, въ ней постоянный недостатокъ; есть такія мѣста на земномъ шарѣ, гдѣ никогда не бываетъ дождя; таковы степь Сахара, Тибетъ, Перу. Если бы вода, падающая изъ атмосферы, не впитывалась землею, не стекала въ низменности и не испарялась, то она составила бы въ Петербургѣ слой толщиной 53 сантим.; въ Москвѣ—46 сантим.; въ Кутаисѣ—150 сантим.; на западномъ склонѣ Гатскихъ горъ 767 сант., а въ Черра—Понджи, на Гарроускихъ горахъ—1488 сант.

Самый характеръ дождей не одинаковъ для разныхъ мѣстностей и временъ года. Въ тропическомъ поясѣ дождевыя капли бываютъ весьма крупныя, дождь идетъ недолго, но выпадаетъ воды въ это время весьма много. Въ странахъ умѣреннаго пояса дождливое время тѣмъ короче, и дождевыя капли тѣмъ крупнѣе, чѣмъ температура воздуха выше.

Снѣгъ и дождь имѣетъ одну и ту же причину, и происхожденіе того или другого зависитъ отъ температуры. Если дождевое облако образовалось въ нижнихъ теплыхъ слояхъ атмосферы, то является дождь; въ высшихъ слояхъ всегда почти образуется сначала снѣгъ, который потомъ, входя въ нижніе теплые слои, таетъ и превращается въ дождь. Такимъ образомъ, когда на горахъ, въ лѣтнее время падаетъ снѣгъ, то въ долинахъ идетъ дождь.

19. **Градъ.**—Явленіе града состоитъ въ томъ, что изъ атмосферы выпадаютъ куски льда или градины. Градины обыкновенно бываютъ величиною съ небольшой орѣхъ, а иногда въ голубиное и даже въ куриное яйцо; онѣ имѣютъ неправильную форму. Середина градины состоитъ изъ снѣжнаго ядра, покрытаго ледяной прозрачной оболочкой. Граду предшествуетъ всегда проливной дождь, который сопровождается сильными грозами; онъ обыкновенно бываетъ среди лѣта и больше днемъ нежели ночью. Градъ продолжается нѣсколько минутъ, рѣдко 1/4 часа. Этотъ метеоръ производитъ сильныя опустошенія, уничтожаетъ хлѣбные посѣвы и, если крупенъ, то бываетъ гибеленъ даже, для людей и животныхъ. Причина его появленія коренится въ горя-

чихъ барометрическихъ минимумахъ, на которыхъ облако разряжается грозою. Если надверхняя часть облака превышаетъ точку замерзанія, то изъ вскинутаго кверху пара льется дождь, если же она ниже точки замерзанія то появляется градъ

XV.

О вѣтрахъ.

20. **Причина вѣтра.**—*Вѣтеръ есть движущійся воздухъ;* это движеніе можетъ имѣть разныя направленія и скорости. Вѣтеръ получаетъ названіе отъ страны горизонта, изъ которой дуетъ; такимъ образомъ, бываютъ вѣтры: сѣверный, южный, сѣверо-восточный и т. д., обозначаемые соотвѣтствено: С, Ю, СВ и т. д. Скоростью движенія воздуха опредѣляется сила вѣтра: скорость доходитъ до 60 слишкомъ метровъ въ секунду.

Вѣтры происходятъ отъ неравномѣрнаго распредѣленія атмосфернаго давленія на земную поверхность.

Частица воздуха тогда только можетъ остаться въ покоѣ когда она испытываетъ со всѣхъ сторонъ одинаковыя давленія. Если давленія неравны, то воздухъ приходитъ въ движеніе и течетъ по земной поверхности изъ той страны, надъ которой стоитъ большое атмосферное давленіе, въ мѣстность гдѣ это давленіе почему-либо уменьшилось. Такимъ образомъ возникаетъ вѣтеръ.

На землѣ, вѣтры бываютъ постоянные, мѣстные и частные.

Постоянные вѣтры существуютъ только въ южномъ полушаріи, они происходятъ оттого, что земля наша двигаясь противъ мірового теченія, испытываетъ давленіе послѣдняго на нашу атмосферу, которая, подчиняясь этому давленію, стремится съ южнаго полюса къ сѣверному. Такое явленіе должно бы было быть вѣчнымъ, если бы ему не препятствовала эклиптика нашего солнца и материки южнаго полушарія, видоизмѣняющіе, сообразно времени года, самое направленіе вѣтровъ. Что касается мѣстныхъ вѣтровъ, дующихъ въ извѣстную пору времени въ одномъ какомъ либо направленіи, и частныхъ, дующихъ во всѣ стороны,

то образованіе ихъ происходитъ подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей и находится въ прямомъ отношеніи къ барометрическимъ максимумамъ и и минимумамъ.

Пассаты. Въ наукѣ принято считать ихъ постоянными вѣтрами хотя направленіе ежегодно мѣняется отъ юго-восточнаго положенія до юго-западнаго и обратно, каковое состояніе находится въ прямой зависимости отъ эклиптики солнца. Земля наша двигаясь около солнца, находится въ постоянномъ колебательномъ положеніи перенося свой экваторъ, т. е. линію солнечнаго противостоянія, въ стороны сѣвернаго или южнаго полушарія на высоту отъ 22 до 25 градусовъ широты; въ общемъ линія эта опредѣлена учеными въ $23^1/_2$ градуса,

Если мы возьмемъ земной глобусъ и будемъ на немъ линію экватора переносить на крайнія линіи земной эклиптики нашего солнца, то увидимъ, что продольныя линіи Кордильерскихъ горъ Сѣверной и Южной Америкъ всякій разъ придутъ почти въ перпендикулярное состояніе къ линіямъ съ одной стороны лучей солнечной теплоты идущихъ вдоль южной эклиптики земного шара, съ другой направленія мірового теченія; изъ этого вытекаетъ несомнѣнная связь между движеніемъ нашей земли вокругъ своей оси и лучами солнца движущими нашу землю по ея орбитѣ. Въ этомъ случаѣ, хребетъ Кордильерскихъ горъ представляеть собою, какъ бы паруса лодки идущей по вѣтру, и находящейся въ постоянномъ раскачиваніи то въ правую, то въ лѣвую сторону до крайнихъ точекъ сопротивленія парусовъ этому вѣтру.

Если мы обратимъ вниманіе на строеніе материковъ земли, то увидимъ, что Атлантическій океанъ прорѣзываетъ широкою полосою весь земной шаръ съ юга на сѣверъ выступая большимъ угломъ Гвинейскаго берега Африки въ западную сторону, моря же, или океаны Индійское и Великій океанъ врѣзаются въ окружающіе ихъ материки Индіи, Азіи и двухъ Америкъ клинообразно, точно такъ какъ и материки Африки, Азіи и Южной Америки, входятъ клинообразно же въ южные океаны. При раскачиваніяхъ земли по эклиптикѣ, мы видимъ, что стороны южныхъ материковъ становятся въ нѣкоторое сопротивленіе южному постоянному міровому теченію; сила этого сопротивленія или вѣтра, разлагаясь на параллелограмъ силъ, даетъ то тотъ то

другой вѣтеръ; такимъ образомъ если восточныя стороны Африки и Азіи противостоятъ міровому теченію, то происходятъ юго-западные вѣтры Индійскаго и Великаго океановъ; если же противостоятъ западные берега Индіи и Америки, то происходятъ вѣтры юго-восточные. Средина между этими двумя положеніями, даетъ вѣтеръ перемѣнный, но зато въ эту пору наблюдаются особенно усиленные вѣтры у хребта Гиммалайскихъ горъ и въ Беринговомъ морѣ сѣверо-восточной части Азіи.

Что касается Атлантическаго океана, то мы видимъ, что онъ широкою полосою проникаетъ съ юга на сѣверъ, между материками Америки съ одной стороны и Африки съ Европою съ другой. Сильно выдающеюся частью материка въ море, является Гвинея, которая даетъ естественный изгибъ океану въ западную сторону. Въ этомъ океанѣ, линію сопротивленія міровому теченію представляетъ только одинъ берегъ Африки и мы видимъ, что пассатные вѣтры Атлантическаго океана, дуютъ только съ одной юго-восточной стороны переходя въ южный вѣтеръ при уклонѣ африканскаго берега параллельно южному міровому теченію.

Пассатный вѣтеръ, дующій отъ береговъ Гвинеи въ сторону Сѣверной Америки, естественно захватываетъ собою сторону затишья сѣверной экваторіальной части Атлантическаго океана прилегающей къ Африкѣ и Европѣ и производитъ здѣсь одновременно съ юго-восточнымъ и сѣверо-восточный—пассатный вѣтеръ.

22. **Вѣтры частные.** Находятся въ прямой зависимости отъ барометрическихъ—максимума и минимума. Солнце есть планета горѣнія; физическій законъ горѣнія, требуетъ для поддержанія послѣдняго, постояннаго притока кислорода. Этотъ кислородъ доставляется нашему солнцу растеніями окружающихъ его планетныхъ міровъ: Меркурія, Венеры, Земли и т. д. земная атмосфера состоитъ изъ смѣси главнымъ образомъ трехъ газовъ—азота, водорода и кислрода, но въ сущности это не есть смѣсь какую мы видимъ въ нашихъ сосудахъ съ жидкими тѣлами, въ земной атмосферѣ мы видимъ actio и reactio міровыхъ явленій. Въ атмосферѣ, водородъ находится въ постоянномъ соединеніи съ кислородомъ, при томъ, такимъ образомъ, что одинъ процентъ водорода, соединяется съ двумя процентами кислорода. Естест-

венное назначеніе водорода заключается въ томъ, что соединенный съ нимъ кислородъ земли, онъ долженъ перенести къ солнцу, но азотъ, какъ тяжелый газъ, не пускаетъ его съ земной поверхности, вслѣдствіе чего, водородъ насильно долженъ пробиться къ солнцу чрезъ азотную оболочку и вотъ пробиваясь къ своему естественному назначенію, въ мѣстахъ усиленнаго выдѣленія растеніями кислорода, онъ вскидываетъ азотную массу на пространство до 180 верстъ высоты и образуетъ въ этихъ мѣстахъ такъ называемый барометрическій максимумъ атмосферы. Наоборотъ, тамъ, гдѣ растенія по недостатку влаги, или по отсутствію питательнаго матеріала въ почвѣ или по случаю холодныхъ вѣтровъ закрывающихъ временно поры растеній, перестали усиленно выдѣлять кислородъ, тамъ сопротивленіе водородокислорода азотной массѣ, слабѣетъ и послѣдняя ближе приникаетъ къ землѣ образуя такимъ образомъ барометрическій минимумъ, по направленію къ которому отъ максимума и происходитъ воздушное теченіе въ верхнихъ слояхъ атмосферы. Вотъ естественный порядокъ образованія частныхъ вѣтровъ: при максимумѣ вѣтеръ дуетъ въ его сторону по земной поверхности, при минимумѣ вѣтеръ дуетъ въ сторону минимума съ максимума верхнимъ слоемъ воздуха, пока не дойдетъ до конечныхъ его точекъ. Очевидно, что при этихъ условіяхъ, въ различныхъ мѣстностяхъ страны окружающей эти пункты, вѣтры будутъ самые разнообразные.

23. **Поясъ тишины.** Наилучшимъ доказательствомъ вліянія солнца на земную флору и земную атмосферу, служитъ поясъ затишья. Поясъ затишья есть фактическій земной экваторъ, т. е. та линія, которая въ извѣстное время находится въ прямомъ и ближайшемъ разстояніи отъ солнца; линія эта простирается отъ 4^0 до 5^0 по широтѣ и уклоняется то къ сѣверу то къ югу смотря по состоянію эклиптики нашего солнца.

Вся мѣстность находящаяся въ поясѣ затишья, кромѣ степныхъ пространствъ, изобилуетъ тропическою растительностью, дѣлающею нерѣдко непроходимыми самые лѣса; эта-то растительность подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей и подземной влаги, выдѣляетъ такую массу кислородоводорода, что, поднимая азотъ на громадную высоту, постоянно образуетъ теченіе воздуха къ верху до тѣхъ поръ, пока не прекратится самое выдѣленіе этихъ двухъ газовъ, тогда за барометрическимъ максимумомъ подъ

вліяніемъ жары, быстро наступаетъ барометрическій минимумъ и мѣстность за нѣсколько часовъ тому назадъ, озаряемая яркимъ солнцемъ, покрывается грозовыми тучами, сильный дождь, льетъ какъ изъ ведра на разогрѣтую почву. Картина эта повторяется почти ежедневно, вслѣдствіе чего образующіяся облака называются экваторіальнымъ облачнымъ кольцомъ. Въ то время какъ мѣстности, покрытыя растеніями, даютъ ежедневные громъ, молнію и проливные дожди, мѣстности степныя не даютъ никакого дождя и возвышающееся надъ ними небо безоблачно круглый годъ.

24. **Монсуны.** Южные материки земли имѣютъ сильное вліяніе на вѣтры, примѣромъ могутъ служить монсуны или муссоны Индійскаго океана; въ этомъ отношеніи земная эклиптика тоже играетъ большую роль. Какъ только восточный берегъ океана получаетъ уклонъ въ сторону міроваго теченія, такъ сейчасъ же начинаются юго-восточные вѣтры, наоборотъ уклоненіе западнаго берега, вызываетъ вѣтры юго-западные; такимъ образомъ муссоны въ Индійскомъ океанѣ дуютъ одно полугодіе съ береговъ Африки къ берегамъ Индіи, другое полугодіе какъ разъ наоборотъ. При смѣнѣ муссоновъ, продолжающейся недѣли двѣ, дуютъ различные вѣтры, нѣчто подобное можно видѣть и въ Атлантическомъ океанѣ у береговъ Гвинеи, здѣсь при уклоненіи американскаго берега къ западу, пассатный вѣтеръ Атлантическаго океана изъ юго-восточнаго переходитъ въ южный и даже юго-западный; наоборотъ при уклоненіи африканскаго берега къ востоку—пассатный вѣтеръ Атлантическаго океана принимаетъ прежнее положеніе и дуетъ отъ береговъ Африки къ берегамъ Америки.

25. **Бризы.**—Нѣкоторое сходство съ монсунами представляютъ *бризы* или *береговые вѣтры*, они дуютъ по берегамъ материковъ, или большихъ острововъ: ночью—съ берега въ море, днемъ—съ моря на берегъ, и съ особенною правильностію наблюдаются въ жаркомъ поясѣ. Днемъ суша нагрѣвается сильнѣе воды, растеніе сильнѣе выдѣляетъ кислородоводородъ, а потому надъ материкомъ получается восходящій потокъ воздуха, для замѣщенія котораго является морской вѣтеръ. Ночью материкъ охлаждается быстрѣе океана,—происходитъ восходящій воздушный потокъ съ водной поверхности, такъ какъ подводный міръ растеній для выдѣленія кислородоворода, дѣйствуетъ сильнѣе береговаго.

26. **Мѣстные вѣтры.** Происхожденіе ихъ находится въ прямой зависимости отъ мѣстныхъ максимумовъ и минимумовъ давленія воздуха, подъемъ котораго происходитъ отъ движенія кислородо-водородныхъ массъ въ предѣлы нашего солнца.

Самумъ—въ Аравіи, Шамсинъ—въ Египтѣ, Гарматтанъ—въ Сенегамбіи и Сирокко—въ Италіи происходятъ потому собственно, что во время лѣтняго зноя, прилегающая къ горамъ растительность, подъ вліяніемъ солнечнаго нагрѣва и усиленной влаги горъ, сопряженныхъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ съ оттаиваніемъ земли, начинаютъ усиленно выдѣлять кислородоводородъ, образовывая такимъ образомъ надъ склономъ горъ высокій барометрическій максимумъ. Для пополненія атмосферной пустоты, азотная волна льется изъ мѣстностей болѣе доступныхъ и такъ какъ прилегающія къ нимъ степи не отдѣлены никакими естественными преградами, то раскаленный азотъ степей и движется по направленію образовавшихся максимумомъ производя удушливый зной и нездоровый климатъ этого времени; противоположная имъ сторона закрыта горами и мѣшаетъ такимъ образомъ притоку воздуха изъ странъ болѣе здороваго и умѣреннаго климата.

27. **Ураганъ.**—*Ураганъ* или *торнадосъ* есть вертикальный столбъ воздуха, въ которомъ воздушныя частицы стремятся съ огромною скоростью къ оси столба, описывая спиральныя [1]) линіи. Достигнувъ оси, воздухъ устремляется вверхъ, а на мѣсто его прибываютъ отъ окружности урагана новые потоки воздуха и поддерживаютъ восходящее теченіе на оси. Вся эта вращающаяся масса имѣетъ въ то же время поступательное движеніе. Вихри или крутящіяся столбы пыли, замѣчаемые въ жаркое время года, даютъ слабое подобіе этого явленія. Вначалѣ діаметръ урагана бываетъ отъ 210 до 480 килом., но потомъ увеличивается и доходитъ до 2100 килом. Скорость вращенія въ разныхъ точкахъ урагана различна; на самой оси воздухъ имѣетъ только восходящее движеніе; по мѣрѣ удаленія отъ оси, скорость вращенія увеличивается, быстро достигаетъ наибольшей величины и потомъ

---

[2]) Греч. σπεῖρα, лат. spira извивъ, изгибъ. Она происходитъ отъ равномѣрнаго движенія точки по радіусу вектору, вращающемуся равномѣрно вокругъ начала.

мало-по-малу уменьшается къ окружности. Въ ураганахъ сѣвернаго полушарія вращательное движеніе совершается въ сторону противоположную направленію стрѣлки часовъ; въ южномъ полушаріи по направленію стрѣлки. Въ каждой точкѣ земной поверхности, чрезъ которую идетъ ураганъ, вѣтеръ постепенно усиливается, потомъ ослабѣваетъ и, въ моментъ прохожденія оси, совершенно затихаетъ, а затѣмъ начинаетъ дуть по противоположному направленію. Въ мѣстностяхъ, лежащихъ на пути урагана, но внѣ его оси, вѣтеръ постепенно измѣняетъ свое направленіе. Опытные моряки, по состоянію неба и виду моря, узнаютъ приближеніе урагана, а по измѣненію направленія вѣтра опредѣляютъ, въ какой части урагана они находятся и стараются удалиться отъ оси его.—Поступательное движеніе урагана имѣетъ скорость отъ 16 до 92 килом. въ минуту.

Наиболѣе извѣстны ураганы Антильскихъ острововъ, Индійскаго океана и Китайскаго моря. Начало ихъ въ странѣ пассатовъ. Ураганы Антильскаго архипелага [1]) удаляются отъ экватора на СЗ. На широтѣ 30°, сѣверной границѣ СВ пассата, они поворачиваютъ на СВ и достигаютъ иногда Европы. Ураганы Индійскаго океана также удаляются отъ экватора къ полюсу, сначала уклоняясь на ЮЗ и потомъ на ЮВ. Ураганы обыкновенно сопровождаются страшной грозой и проливными дождями. Дѣйствія ихъ ужасны. Большія деревья вырываются съ корнями, цѣлые лѣса уничтожаются; люди и животныя подымаются на воздухъ; карабли выбрасываются на берегъ, строенія разрушаются, и жители погибаютъ подъ развалинами; на оси урагана, по причинѣ уменьшеннаго атмосфернаго давленія, море высоко подымается и производитъ наводненіе.

Причина урагана заключается въ образованіи двухъ противоположныхъ миксимумовъ атмосферы около одного минимума. Верхніе слои азота, скатываясь одновременно съ двухъ противуположныхъ сторонъ на раскаленный минимумъ того же азота, производятъ вертящуюся около него воронку воздуха, которая въ этомъ отношеніи производитъ совершенно такое же явленіе, какъ двѣ струи воды, пущенныя въ резурвуаръ съ значительной высоты—вода немедленно пріобрѣтаетъ вертящееся поло-

---

[1]) Часть моря, пократыя островами.

женіе, при чемъ центръ резервуара, поднимаясь на нѣкоторую высоту, дѣлается мало подвиженъ, но по окружности его вода за то движется съ необыкновенною быстротою.

Громъ и молнія урагана, явленія самыя естественныя при сжиганіи кислорода тучъ на раскаленной поверхности азота, а противоположныя направленія движенія вѣтра при ураганахъ въ сѣверномъ и южномъ полушаріяхъ есть тоже еcтвественное послѣдствіе движенія земного шара съ запада на востокъ.

Ураганы есть исключительная принадлежность жаркихъ странъ, гдѣ подъ вліяніемъ жгучихъ солнечныхъ лучей, происходитъ быстрое наступленіе минимума, тогда какъ окружающая въ недалекомъ разстояніи отъ него растительность производитъ громадный подъемъ азота, т. е. максимумъ. Чѣмъ ниже минимумъ атмосферы и чѣмъ выше окружающіе его максимумы, тѣмъ страшнѣе ураганъ по своимъ послѣдствіямъ.

Въ странахъ умѣреннаго климата, ураганы при солнечномъ накаливаніи флоры, замѣняются циклонами.

Циклоны [1]) тѣ же ураганы и отличаются отъ нихъ только тѣмъ, что имѣютъ меньшіе размѣры.

28. **Смерчъ.**—*Смерчъ* есть явленіе, подобное урагану. Онъ состоитъ въ слѣдующемъ. Надъ поверхностью моря, съ нѣкотораго мѣста небеснаго свода спускается облако въ видѣ воронки; вода начинаетъ подъ нею волноваться и потомъ подымается въ видѣ обратной воронки, пока обѣ воронки не соединятся, и затѣмъ принимаютъ поступательное движеніе. Въ поднятой водѣ замѣчается спиральное движеніе, столь быстрое, что даже рыба имъ увлекается. Подобное явленіе надъ сушей подымаетъ столбъ пыли и другіе легкіе предметы и тогда называется *тромбой*. Смерчъ и тромба имѣютъ одно и то же начало, потому что смерчъ вступая съ моря на берегъ, превращается въ тромбу, а тромба переходя съ суши на воду, даетъ смерчъ.

Движеніе воды въ смерчѣ и воздуха въ тромбѣ весьма сильно. Тромба срываетъ крыши и относитъ ихъ на большое разстояніе, подымаетъ довольно тяжелые предметы, ломаетъ большія деревья; смерчъ затопляетъ небольшія суда и даже можетъ сдѣлать важныя поврежденія большимъ кораблямъ.

---

1) Отъ греч. κύκλος (лат. произношеніе cyclus) кругъ, круговоротъ, потому что вѣтеръ дуетъ приблизительно по окружности около центра.

29. **Вліяніе вѣтровъ на выпаденіе атмосферныхъ осадковъ.**— Количество выпадающихъ атмосферныхъ осадковъ зависитъ отъ направленія вѣтра и рельефа страны. Если на пути влажныхъ вѣтровъ находятся болѣе или менѣе возвышенные горные кряжи то, подымаясь по наклону горъ, воздухъ охлаждается и выдѣляетъ свои пары. Такія страны обильно орошаются атмосферною водою. По другую сторону возвышенностей, лежатъ обыкновенно бездожныя страны. Такъ что часть Южной Америки, лежащая въ южномъ полушаріи, находится въ странѣ ЮВ пассата, который запасается парами въ южной части Атлантическаго океана и, двигаясь по материку Америки, изливаетъ огромное количество воды, дающее начало великимъ рѣкамъ Ориноко и Амазонкѣ. Когда эти вѣтры перейдутъ чрезъ Кордильеры, то въ Перу оказываются сухими; отъ этого, въ Перу никогда не бываетъ дождя; и растительность поддерживается только обильными росами. Патагонія лежитъ внѣ юговосточнаго пассата и потому не имѣетъ постоянныхъ вѣтровъ. Когда здѣсь дуютъ вѣтры съ Атлантическаго океана, то въ восточной Патагоніи бываетъ худая погода, но въ западной, защищенной горами,— въ то же время хорошая. При СЗ вѣтрѣ, на берега западной Патагоніи притекаетъ весьма влажный воздухъ; онъ спускается изъ верхнихъ слоевъ атмосферы, куда былъ поднятъ въ экваторіальномъ затишьѣ, и здѣсь проливается огромное количество воды, такъ что море, на нѣкоторомъ разстояніи отъ береговъ, дѣлается прѣснымъ. Сѣверная часть Мексики находится въ странѣ СВ пассата, вѣтра весьма сухого, и здѣсь рѣдко падаютъ дожди; часто на большомъ пространствѣ почва безплодна и солонцевата. Сѣвернѣе ея, за Скалистами горами, спускается ЮЗ пассатъ и проливаетъ обильное количество воды, дающее начало огромнымъ рѣкамъ Мессисипи, Миссури и великимъ прѣснымъ озерамъ, изливающимъ избытокъ своей воды чрезъ величайшую рѣку Св. Лаврентія. Сѣверовосточный пассатъ въ Индостанѣ сухъ; когда онъ дуетъ, то здѣсь вообще сухая погода; только по восточному берегу, вслѣдствіе окаймляющихъ его возвышеній, осаждается нѣкоторое количество воды. Но когда дуетъ ЮЗ муссонъ, то въ Индіи вообще бываетъ дождливое время года, и особенно много воды выдѣляется на западномъ берегу, вдоль котораго идутъ Гатскія горы. Остатки пара осаждаются

на Гималайскомъ хребтѣ и даютъ начало большимъ рѣкамъ Индіи. Въ Гвинеѣ южный муссонъ снабжаетъ водою Нигеръ и другія рѣки.

Югозападный пассатъ достигаетъ Европы. Отсюда понятно, почему всѣ страны этой части свѣта, находящіяся подъ непосредственнымъ дѣйствіемъ ЮЗ экваторіальнаго потока, какъ, напр., Великобританія, западная Норвегія, обильно орошаются атмосферною водою. Въ мѣстностяхъ, закрытыхъ горными кряжами съ запада, дождей падаетъ мало. Южная Россія защищенная возвышенностями центральной Европы, страдаетъ засухами. Кавказскія горы раздѣляютъ Кавказъ на двѣ части: восточную—сухую и западную—влажную. Астраханскія степи и азіатскія пустыни, лежащія на сѣверо-востокѣ отъ Каспійскаго моря, почти не получаютъ воды изъ атмосферы, потому что Кавказскія горы и возвышенія Малой Азіи задерживаютъ всю влагу.

Безплодность Сахары объясняется тѣмъ, что она лежитъ въ поясѣ экваторіальнаго затишья; съ раскаленной песчаной поверхности подымается восходящее теченіе воздуха; оно замѣщается воздухомъ, который притекаетъ съ сѣвера и юга, оставивъ всю свою влагу на Атласѣ и на возвышенностяхъ Гвинеи и центральной Африки. Этотъ сухой воздухъ, хотя и охлаждается, подымаясь въ верхніе слои атмосферы, но не даетъ водяныхъ осадковъ, и неувлажаемая почва Сахары остается безплодною.

Бездожье Тибета и Гоби также происходитъ отъ окружающихъ ихъ возвышеній.

Юговосточный пассатъ занимаетъ большее пространство, нежели сѣверовосточный, притомъ первый лежитъ болѣе надъ океаномъ, чѣмъ второй. Отъ этого испаренія южнаго полушарія обильнѣе сѣвернаго. Югозападный пассатъ. встрѣчая материки, выдѣляетъ больше своей влаги, чѣмъ сѣверо-западный, потому что въ южномъ полушаріи суша занимаетъ меньшее пространство, чѣмъ въ сѣверномъ.

Темпестологія. Подъ именемъ *темпестологіи* разумѣютъ часть метеорологіи, занимающуюся изученіемъ законовъ, по которымъ измѣняется погода; цѣль ея—предсказывать на болѣе или менѣе продолжительный промежутокъ времени состоянія атмосферы, т. е. направленіе и силу вѣтра, температуру, вы-

паденіе атмосферныхъ осадковъ и проч., иными словами—погоду.

Погода, главнѣйшимъ образомъ, зависитъ отъ направленія вѣтра, какъ въ нижнихъ, такъ и въ верхнихъ слояхъ атмосферы, потому что отъ направленія вѣтра зависятъ его качества: температура, количество содержащагося въ немъ пара и проч., т. е., именно, тѣ элементы, хоторые составляютъ погоду.

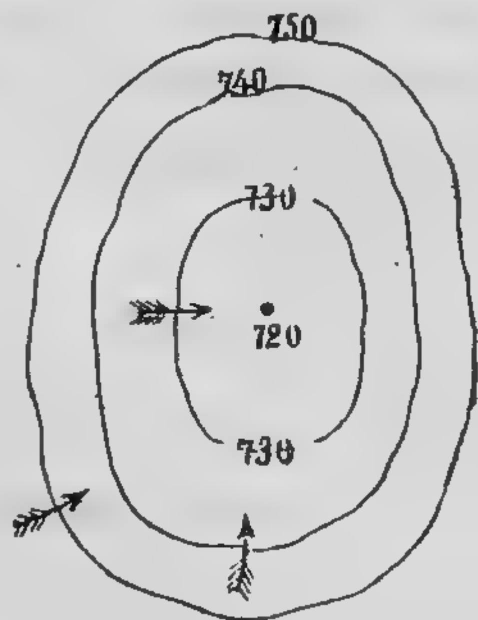
30. **Изобары.** Minimum и Maximum. Образованіе максимума, находится въ прямой зависимости отъ растеній извѣстной мѣстности и ихъ способности выдѣлять свой кислородъ на солнце. Чѣмъ сильнѣе выдѣленіе кислорода, тѣмъ сильнѣе и движеніе его кверху, причемъ соединенный съ кислородомъ водородъ, высоко поднимаетъ азотную массу, которая, собственно говоря, и образуетъ максимумъ давленія воздуха. Поднятый на высоту азотъ въ верхнихъ слояхъ скатывается по направленію сосѣднихъ съ нимъ минимумовъ, а въ нижнихъ частяхъ максимума идетъ притокъ воздуха извнѣ по земной поверхности, образуя иногда тоже довольно сильный вѣтеръ.

Какъ только растенія мѣстности отработали весь свой водородо-кислородъ къ солнцу, такъ сейчасъ же на мѣстѣ максимума начинаетъ понижаться воздушная атмосфера и если она переходитъ на положеніе минимума, тогда начинается притокъ вѣтровъ съ сосѣднихъ максимумовъ и въ этой мѣстности появляются вѣтры сверху, сопряженные съ дождями, а иногда, громомъ и молніей. Для предсказанія погоды необходимы многочисленныя метеорологическія наблюденія, одновременно произведенныя на большомъ пространствѣ земной поверхности. Чѣмъ обширнѣе пространство, чѣмъ больше метеорологическихъ обсерваторій, тѣмъ точнѣе будутъ предсказанія погоды. Сдѣланныя наблюденія, между которыми высота барометра [1]) имѣетъ первенствующее значеніе, сообщаются ежедневно, одинъ или два раза въ день по телеграфу къ извѣстнымъ часамъ въ центральную обсерваторію. Здѣсь наблюденія наносятся на географическую карту; именно, соединяютъ линіями тѣ точки земной по-

---

[1]) Сообщаются также: температура, направленіе и сила вѣтра, количество атмосферныхъ осадковъ, облачность, влажность и видъ моря, если мѣсто приморское.

верхности, которыя имѣютъ *одну и ту же высоту барометра*. Такія кривыя линіи называются *изобарами* [1]). На фиг. 91 изображены три изобары. Внутренняя изобара соединяетъ тѣ точки, гдѣ давленіе 730^{mm}. Во внутрь ея давленіе атмосферы уменьшается, и наименьшее давленіе 720^{mm} или такъ называемый минимумъ (minimum) находится внутри. Снаружи изобары 730^{mm} давленіе во всѣ стороны увеличивается. Изобара 740^{mm} проходитъ чрезъ точки земной поверхности, гдѣ давленіе равно 740^{mm}. Уходя еще далѣе отъ минимума, мы достигаемъ изобары 750^{mm}. Между изображенными изобарами, понятно, можно начертить сколько угодно изобаръ съ промежуточными высотами барометра, если существуетъ достаточное число метеорологическихъ станцій.



Фиг. 91.

Иногда изобары окружаютъ не минимумъ давленія, а максимумъ (maximum), т. е. самое большое давленіе. На фигурѣ 92 показанъ maximum въ 770 ^{mm}; отъ него давленіе во всѣ стороны уменьшается, что видно по изобарамъ 760^{mm}, 750^{mm} и 740^{mm}.

Для Европы принимаютъ во вниманіе только тѣ изобары, которыя проходятъ по ея материку, восточной части Атлантическаго океана и Средиземному морю, потому что, по недостатку наблюденій, нельзя начертить изобары чрезъ средину Атлантическаго океана, материкъ Африки, Центральную и Сѣверную Азію и Ледовитый океанъ. Въ Европѣ всегда есть максимумы и минимумы, а такъ какъ высота барометра въ каждомъ мѣстѣ отъ одного до другого дня мѣняется, то максимумы и минимумы, вмѣстѣ съ окружающими ихъ изобарами, перемѣщаются, причемъ измѣняется и форма изобаръ.

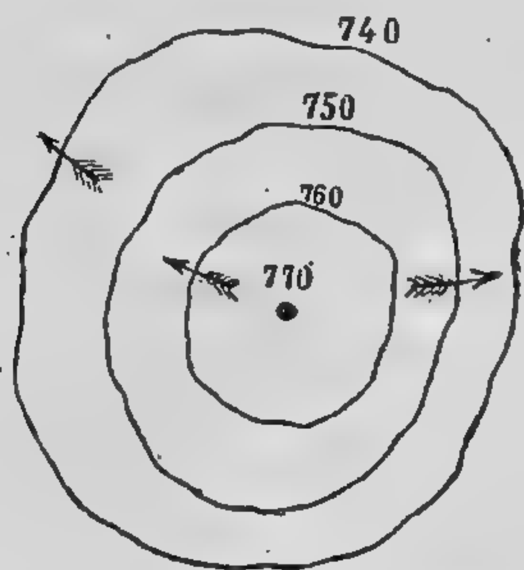
Минимумы и максимумы сопровождаются вѣтрами.

31. **Вѣтры минимума и максимума.** Частица воздуха тогда только можетъ пребывать въ покоѣ, когда она испытаетъ со всѣхъ сторонъ одно и то же давленіе. Если давленія неравны, частица въ покоѣ не останется и будетъ двигаться въ сторону

---

1) Греч. ἴσος—равный, βάρος—тяжесть, вѣсъ.

наименьшаго давленія. Поэтому, въ массѣ воздуха должны возникнуть вѣтры, направляющіеся со всѣхъ сторонъ къ минимуму и во всѣ стороны отъ максимума. Между двумя изобарами вѣтеръ дуетъ отъ изобары большаго давленія къ изобарѣ меньшаго давленія. Сила вѣтра тѣмъ болѣе, чѣмъ быстрѣе измѣняется давленіе, по мѣрѣ приближенія къ минимуму, или максимуму. *Измѣненіе высоты барометра на 111 килом.* [1]) *называется градіентомъ* [2]). Направленіе градіента принимается перпендикулярнымъ къ изобарамъ или по кратчайшему разстоянію между двумя смежными изобарами; стрѣлки на фиг. 91 и 92 представляютъ направленія градіентовъ. *По закону Стевенса сила вѣтра пропорціональна градіенту.*



Фиг. 92.

Изъ сказаннаго, казалось бы, слѣдовало заключить, что вѣтры должны дуть по направленію градіентовъ или перпендикулярно къ изобарамъ. Въ дѣйствительности, направленіе вѣтровъ иное, и это отступленіе удовлетворительно объясняется вращеніемъ земли на оси—совершенно такъ же, какъ подобное же отступленіе въ пассатахъ и муссонахъ. Въ этомъ и заключается *законъ Бюйсъ-Баллота: вѣтеръ стремится дуть отъ барометрическаго максимума къ минимуму, но вращеніемъ земли отклоняется отъ своего пути направо въ сѣверномъ полушаріи, налѣво въ нижнемъ полушаріи.*

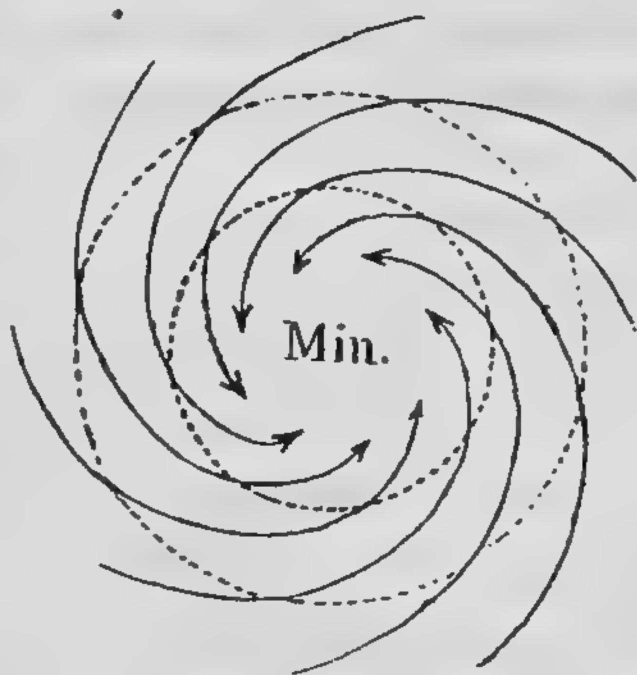
Всякая частица воздуха въ нашемъ полушаріи, движущаяся съ южной стороны горизонта, между востокомъ и западомъ, къ сѣверной сторонѣ,—утверждаетъ движеніе земли на востокъ и отступаетъ къ востоку. Частица воздуха, движущаяся по противоположному направленію, отъ сѣверной стороны горизонта къ южной, отстаетъ отъ движенія земли и отступаетъ къ западу. Отступленіе увеличивается по мѣрѣ приближенія къ полюсу; въ экваторіальныхъ странахъ оно весьма мало. Отступленіе тѣмъ болѣе, чѣмъ ближе къ меридіану направленіе движенія. Такимъ

---

[1]) Т. е. на одинъ градусъ экватора или 15 географическихъ миль.

[2]) Прич. отъ лат. Gradior—шагать, ступать.

образомъ, частица воздуха приближается къ минимуму не по кратчайшему пути, но описываетъ кривую спиральную линію; направленіе движенія противоположно стрѣлкѣ часовъ. На фигурѣ 93 точками представлены двѣ изобары, окружающія минимумъ, а непрерывныя линіи изображаютъ пути воздушныхъ частицъ, приближающихся къ минимуму.—Воздухъ, приносимый вѣтромъ со всѣхъ сторонъ въ область минимума, подымается здѣсь въ верхніе слои атмосферы и истекаетъ на окружающія мѣстности.



Фиг. 93.

Направленіе вѣтра лежитъ между градіентомъ и изобарою. Чѣмъ сильнѣе вѣтеръ, тѣмъ болѣе онъ отступаетъ отъ градіанта и тѣмъ ближе лежитъ къ изобарѣ; весьма сильные вѣтры дуютъ почти по направленію изобаръ.

Минимумъ съ его вѣтрами можно разсматривать, какъ огромныхъ размѣровъ вихрь. Воздухъ его составляющій, безпрестанно перемѣняется: внутренняя часть имѣетъ восходящее теченіе, на мѣсто котораго прибываютъ струи воздуха по спиральнымъ линіямъ отъ окраинъ вихря.

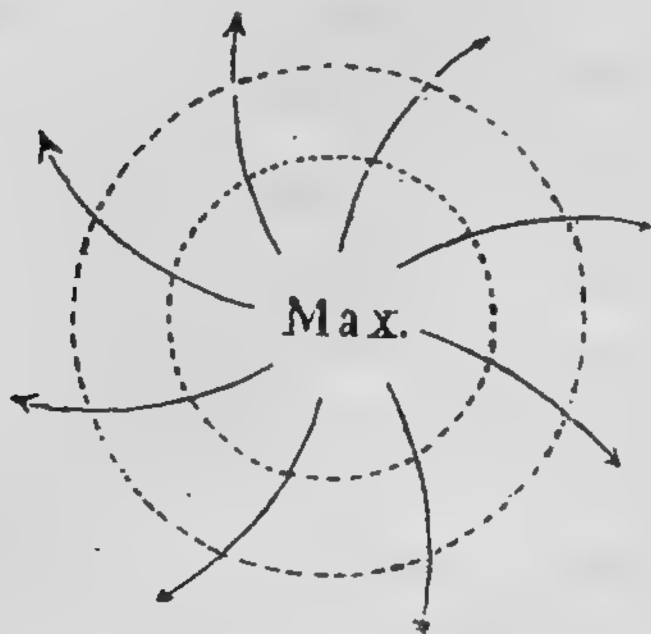
Не трудно понять, почему движеніе частицъ воздуха въ максимумѣ есть также криволинейное и совершается по направленію стрѣлки часовъ. На фигурѣ 94 изобары представлены точками, а пути частицъ—непрерывными линіями.

Если станемъ лицомъ въ ту сторону, куда дуетъ вѣтеръ, то тіпітит будетъ впереди насъ и нѣсколько влѣво, а тахітит—сзади и нѣсколько вправо.

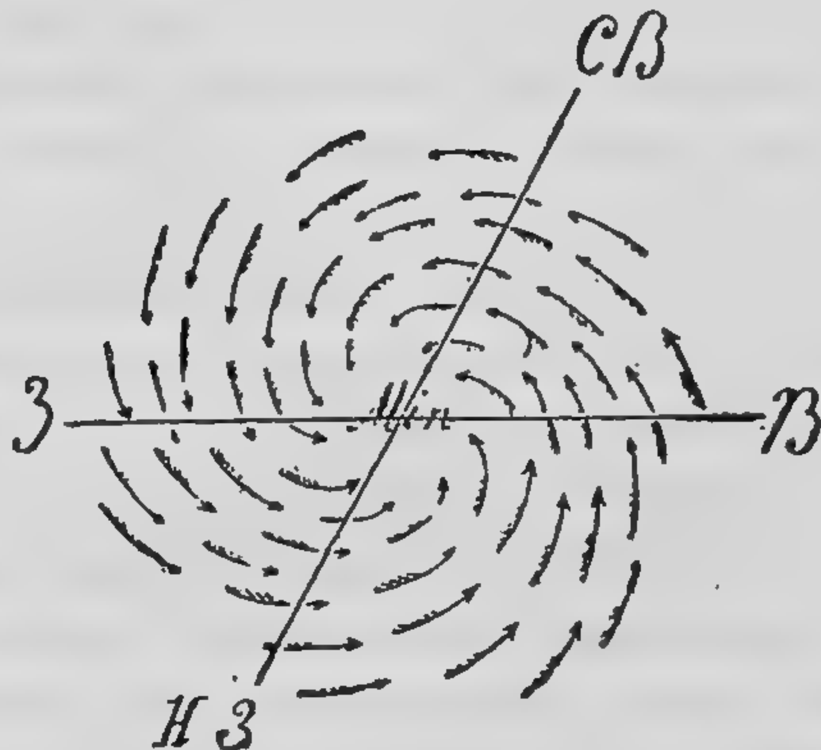
Вихревое движеніе воздуха въ минимумахъ и максимумахъ южнаго полушарія противоположно предыдущему; въ минимумахъ—по направленію стрѣлки часовъ, въ максимумахъ—по обратному направленію. *Движеніе воздуха въ максимумахъ называется антициклономъ, движеніе же воздуха въ минимумахъ—циклономъ. Первое центробѣжное, второе—центростремительное.*

Вѣтры, окружающіе minimum и maxsimum, обладаютъ противоположными свойствами, а потому оба вихря приносятъ совершенно различную погоду.

Самые влажные вѣтры приходятъ съ большихъ водныхъ пространствъ; въ Европѣ—съ Атлантическаго океана. Принимая вихреобразное движеніе, они мало-по-малу отступаютъ отъ сво-



Фиг. 94.



Фиг. 95.

его направленія. Западный, напримѣръ, вѣтеръ переходитъ постепенно въ ЮЗ, потомъ въ Ю, и достигаетъ восходящаго теченія въ ЮВ направленіи. Во всѣхъ мѣстностяхъ, окружающихъ минимумъ, гдѣ будутъ дуть вѣтры, пришедшіе съ Атлантическаго океана, погода будетъ теплая и ненастная. Напротивъ, вѣтры, возникшіе въ Ледовитомъ океанѣ и на сѣверѣ Азіи, приносятъ холодную и, по большей части ясную погоду. Барометръ стоитъ высоко.

Въ антициклонѣ воздухъ приходитъ изъ внѣ и, благодаря образованію въ этой мѣстности максимума поднимается кверху. Весьма холодныя массы воздуха согрѣваются и, хотя остаются холодными, но пары, содержащіеся въ нихъ, удаляются отъ состоянія насыщенія. Значитъ, всѣ вѣтры максимума должны быть сухи и холодны; мѣстности, надъ которыми стоитъ максимумъ, имѣютъ погоду ясную и въ зимнее время холодную.

32. **Предсказаніе погоды.** Совокупность всѣхъ свойствъ вѣтровъ, окружающихъ минимумъ, даетъ возможность опредѣлить, въ какой части вихря мы находимся, какое направленіе имѣетъ минимумъ и въ какой сторонѣ онъ лежитъ; отсюда можно сдѣ-

лать заключеніе о вѣроятномъ состояніи погоды на 2—4 дня впередъ. Для болѣе точнаго предсказанія погоды, надо имѣть свѣдѣнія о положеніи минимумовъ и максимумовъ за нѣсколько дней. Съ этою цѣлью, всѣ обсерваторіи какой-либо страны или государства ежедневно, въ опредѣленный часъ посылаютъ чрезъ телеграфъ численныя данныя о состояніи погоды въ центральную обсерваторію. Здѣсь они наносятся на карту. Имѣя за нѣсколько дней системы изобаръ, можно указать дальнѣйшее движеніе минимума съ окружающими его вѣтрами, а отсюда выводятъ заключенія о состояніи погоды на недѣлю или болѣе впередъ. Если той или другой мѣстности угрожаетъ буря, то туда посылаются телеграммы. Въ приморскихъ мѣстахъ вывѣшиваются сигналы, и моряки и рыбаки, сообразуясь съ ними, уходятъ въ море или остаются въ безопасной гавани. Такъ какъ наилучше предугадывается бурное состояніе атмосферы, то темпестологія оказываетъ болѣе услугъ морякамъ, чѣмъ земледѣльцамъ, для которыхъ выпаденіе водяныхъ метеоровъ имѣетъ первенствующее значеніе. Чтобы предсказать погоду съ большей точностью, чтобы не только предупреждать о приближеніи бури, но и опредѣлять, хотя бы приблизительно, количество атмосферныхъ осадковъ и температуру,—необходимы болѣе многочисленныя, чѣмъ теперь, метеорологическія станціи, связанныя телеграфными проволоками съ центральною обсерваторіею.

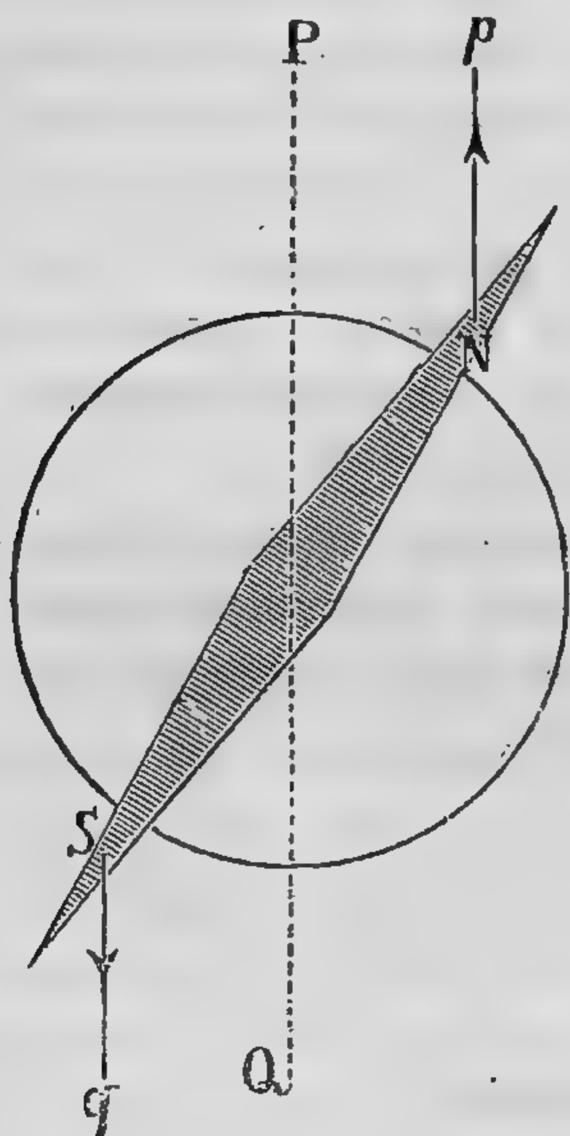
XVI.

Земной магнитизмъ.

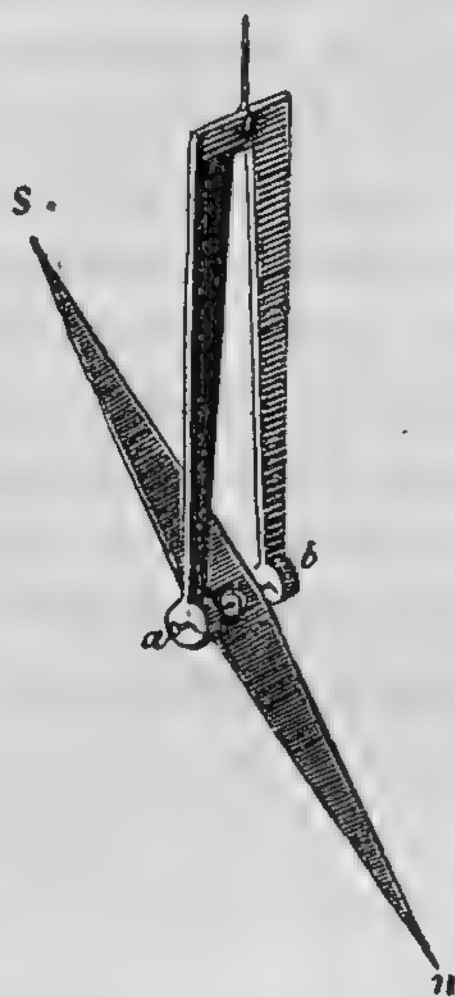
33. **Земной магнитизмъ.**—Вблизи магнита, въ его магнитномъ полѣ магнитная стрѣлка всегда принимаетъ опредѣленное положеніе, къ которому и возвращается, если будетъ изъ него выведена. Такъ какъ и въ отсутствіи магнитовъ магнитная стрѣлка принимаетъ также опредѣленное положеніе, то, слѣдовательно, окружающее землю пространство можно разсматривать, какъ магнитное поле, а землю, какъ огромный магнитъ; при этомъ необходимо допустить, что въ *сѣверномъ* полушаріи заключается полюсъ, противоположный обращенному къ нему полюсу магнит-

ной стрѣлки, т. е. *южный,* а въ *южномъ,* наоборотъ,—*сѣверный.* Существованіе земного магнитизма подтверждается также и тѣмъ, что желѣзный стержень, помѣщенный по направленію съ сѣвера на югъ, намагничивается (чрезъ индукцію [1]), обнаруживается въ концѣ, обращенномъ къ сѣверу, сѣверный, а въ противоположномъ—южный магнитизмъ. Дѣйствіе будетъ наибольшее, если стержень имѣетъ направленіе стрѣлки наклоненія (см. ниже); тогда внизу стержня оказывается сѣверный, вверху—южный полюсъ; въ южномъ полушаріи будетъ обратное явленіе.

Магнитная стрѣлка почти нигдѣ не направляется точно съ юга на сѣверъ; вертикальная плоскость, проходящая чрезъ маг-



Фиг. 96.



Фиг. 97.

нитную ось стрѣлки, называется *магнитнымъ меридіаномъ.* Если PQ (рис. 96) есть направленіе магнитнаго меридіана, и магнитная стрѣлка положена на пробку, плавающую на водѣ, то, будучи выведена изъ направленія PQ, стрѣлка снова къ нему возвращается, но не получаетъ поступательнаго движенія. Это показываетъ, что дѣйствія земного магнитизма на магнитную стрѣлку есть только *направляющее* (вращающее) стрѣлку и представ-

---

[1]) Лат. inductio (отъ глагола in-ducete) наведеніе.

ляется *парой* силъ Np и Sq, направленныхъ параллельно магнитному меридіану PQ; *точки приложенія силъ этой пары и суть полюсы магнита.*

Почти вездѣ магнитный меридіанъ составляетъ съ географическимъ нѣкоторый уголъ, называемый *склоненіемъ* магнитной стрѣлки; оно называется *восточнымъ*, если сѣверный полюсъ стрѣлки отклоняется къ востоку отъ географическаго меридіана, и *западнымъ*—въ противномъ случаѣ и въ разныхъ мѣстахъ имѣетъ различную зеличину. Если горизонтальную ось ab (рис. 97) стрѣлки ns, проходящую чрезъ центръ тяжести стрѣлки, помѣстить въ легкой рамкѣ, висящей на некрученой нити, то подобная совершенно, свободная магнитная стрѣлка: 1) устанавливается въ плоскости магнитнаго меридіана и 2) наклоняется въ сѣверномъ полушаріи сѣвернымъ полюсомъ внизъ. Острый уголъ, образуемый магнитной осью стрѣлки съ горизонтальной линіей, называется *наклоненіемъ* магнитной стрѣлки. Это явленіе показываетъ, что сила земного магнитизма направлена въ сѣв. полушаріи *наклонно* къ поверхности земли, и что магнитный полюсъ земли лежитъ внутри земного щара; эту силу можно разложить на *двѣ составляющія:* горизонтальную и вертикальную. На стрѣлку компаса, могущую вращаться только въ горизонтальной плоскости, дѣйствуетъ только *горизонтальная составляющая* земного магнитизма. Если вышеупомянутую стрѣлку наклоненія (*инклинаторъ*) [1]) переносить въ различныя мѣста, то, по мѣрѣ движенія къ сѣверу, наклоненіе увеличивается, и на крайнемъ сѣверѣ Америки (о-въ Мельвиль) стрѣлка устанавливается вертикально, сѣвернымъ полюсомъ внизъ; слѣдовательно, онъ находится надъ *южнымъ магнитнымъ полюсомъ земли,* который *не совпадаетъ* съ сѣвернымъ географическимъ полюсомъ. Въ мѣстностяхъ, окружающихъ южный магнитный полюсъ земли, стрѣлка компаса всегда будетъ обращена къ нему своимъ сѣвернымъ полюсомъ и въ промежуткѣ между южнымъ магнитнымъ полюсомъ и сѣвернымъ географическимъ полюсомъ будетъ указывать на сѣверъ уже не сѣвернымъ, а южнымъ своимъ полюсомъ. По мѣрѣ движенія къ экватору наклоненіе уменьшается, и въ мѣстностяхъ близъ экватора оно$=0^0$, т. е.

---

1) Отъ лат. inclinase наклонять, наклоняться.

стрѣлка инклинатора принимаетъ горизонтальное положеніе; въ южномъ полушаріи наклоненіе снова появляется, но внизъ будетъ обращенъ уже южный полюсъ магнитной стрѣлки; по мѣрѣ движенія къ южному географическому полюсу наклоненіе будетъ возрастать, пока, наконецъ, стрѣлка не станетъ вертикально надъ сѣвернымъ магнитнымъ полюсомъ земли, который тоже не совпадаетъ съ южнымъ географическимъ полюсомъ.

Опредѣляя склоненія и наклоненія для разныхъ мѣстъ и соединяя на картѣ линіями мѣста съ одинаковымъ склоненіемъ или наклоненіемъ, получаютъ *магнитныя карты*. Линіи одинаковаго склоненія называются *изогонами* [1]): онѣ болѣе или менѣе извилисто тянутся приблизительно съ сѣвера на югъ, сходясь въ магнитныхъ полюсахъ земли. Изогона 0^0, соединяющая мѣста, въ которыхъ стрѣлка компаса совпадаетъ съ географическимъ меридіаномъ, опоясываетъ землю, проходя по Европейской Россіи нѣсколько восточнѣе Петербурга, на Орелъ, Харьковъ, Батумъ. Мѣста къ востоку отъ нея имѣютъ восточное, къ западу—западное склоненіе. Линіи одинаковаго наклоненія называются *изоклинами* [2]) и идутъ приблизительно по параллельнымъ кругамъ. Изоклина 0^0, соединяющая мѣста, гдѣ стрѣлка инклинатора имѣетъ горизонтальное положеніе, и проходящая вблизи экватора, частью на сѣверъ, частью на югъ отъ него, называется *магнитнымъ экваторомъ*.

Такъ какъ на довольно значительномъ разстояніи вокругъ даннаго мѣста склоненіе, наклоненіе и число колебаній, которое совершаетъ одна и та же стрѣлка, будучи отклонена, почти одинаковы, то въ каждомъ мѣстѣ магнитное поле земли можно считать за *однородное*. Для вполнѣ точнаго опредѣленія земного магнитизма въ данномъ мѣстѣ необходимо знать: 1) склоненіе. 2) наклоненіе и 3) величину силы (напряженность) земного магнитизма, вмѣсто которой обыкновенно опредѣляютъ величину ея горизонтально составляющей. Эти три величины называются *элементами* [3]) *земного магнитизма*.

Элементы земного магнитизма испытываютъ съ теченіемъ

---

[1]) Греч. ἴσος равный, γωνία уголъ, т. е. имѣющій равные углы.

[2]) Греч. κλίνω наклонять, наклоняться.

[3]) Лат. elementum—стихія, начало, начальное основаніе.

времени измѣненія, которыя раздѣляются на *періодическія* (суточныя, годовыя), правильно совершающіяся въ небольшихъ предѣлахъ около средняго положенія стрѣлки и *вѣковыя*, т. е. становящіяся замѣтными по истеченіи долгаго времени и указывающія на медленныя измѣненія въ земномъ магнитизмѣ. Такъ въ 1580 г. въ Парижѣ склоненіе было восточное 11°30 и къ 1814 г. постепенно перешло въ западное 22°34; въ настоящее время оно западное 16°; тамъ же въ 1671 г. наклоненіе было 75° и съ тѣхъ поръ уменьшилось къ настоящему времени до 65°16'.

Кромѣ того, замѣчаются иногда на болѣе или менѣе значительномъ пространствѣ кратковременныя и значительныя измѣненія элементовъ земного магнитизма, происходящія отъ внезапныхъ измѣненій земного магнитизма, называемыхъ *магнитными бурями* и замѣчаемыхъ во время землетрясеній, вулканическихъ изверженій и особенно сильныхъ полярныхъ сіяній. Обнаружена также зависимость измѣненій земного магнитизма отъ періодическихъ появленій пятенъ на солнцѣ.

XVII.

Атмосферное электричество.

34. **Электричество воздуха и облаковъ.**—Въ воздухѣ почти всегда есть свободное электричество; оно обнаруживается помощію электроскоповъ, которые отличаются отъ обыкновенныхъ тѣмъ, что имѣютъ высокій и заостренный вертикальный шпиль, соединенный съ золотыми или соломенными листками и выставляемый, понятно, на открытомъ воздухѣ. Электричество воздуха чрезъ вліяніе возбуждаетъ въ шпилѣ оба электричества: разноименное заставляетъ выходить изъ острія, а одноименное отталкиваетъ въ электроскопъ. Помощію такихъ приборовъ и другими способами было доказано, что въ атмосферѣ всегда есть свободное электричество, преимущественно, *положительное*, но обыкновенно въ незначительномъ количествѣ; отрицательное электричество наблюдается чрезвычайно рѣдко. Самое большое напряженіе электричества бываетъ во время грозы. Дождевое облако, изъ котораго выходитъ молнія, всегда содержитъ экектричество. Въ

первый разъ это было доказано сѣверо-американскимъ ученымъ *Франклиномъ* (1752 г.). Онъ пустилъ во время грозы на ниткѣ змѣй, какими обыкновенно забавляются дѣти, и снабдилъ его наверху металлическимъ остріемъ; нитка была прикрѣплена къ стеклянной подставкѣ, чтобы электричество не могло уйти въ землю. Когда мелкій дождь смочилъ нитку, сдѣлавъ ее такимъ образомъ полупроводникомъ, то Франклинъ замѣтилъ движеніе волоконъ нитки и, приближая къ ней руку, получилъ искру. Этотъ опытъ повторяли многіе ученые и еще съ большимъ успѣхомъ; змѣй замѣняли высокимъ уединеннымъ металлическимъ стержнемъ съ остріемъ на концѣ, или же ввивали въ нитку тонкую металлическую проволоку. При такихъ условіяхъ можно получить искры до 3 м. длиною [1]).

Хотя для объясненія атмосфернаго электричества и были предложены многія гипотезы (образованіе электричества при испареніи, особенно въ поясѣ тишины близъ экватора, треніе мельчайшихъ водяныхъ капель и ледяныхъ кристалликовъ въ верхнихъ слояхъ атмосферы и др.), но ни одна изъ нихъ не установилась прочно такъ какъ до сего времени не было обращено вниманія на движеніе кислородо-водорода въ азотной массѣ воздуха.

35. **Молнія и громъ.**—Молнія, есть ни что иное, какъ электрическая искра, весьма большого напряженія, являющаяся между облакомъ и землею.

Своимъ происхожденіемъ, молнія обязана исключительно барометрическому минимуму. Если въ извѣстномъ раіонѣ земли; подпочвенной влаги и солей необходимыхъ для растеній достаточно, то при накаливаніи земли солнечными лучами, образуется въ этой мѣстности усиленный ростъ деревьевъ и травъ, а вмѣстѣ съ этимъ усиленное выдѣленіе кислородо-водорода въ сторону солнца. Это усиленное выдѣленіе приподнимая на своихъ плечахъ окружающую азотную оболочку земли, даетъ барометрическій максимумъ, который и существуетъ до тѣхъ поръ пока происходитъ лабораторная дѣятельность растеній по выдѣленію кислородо-водорода. При продолжительномъ накаливаніи солнцемъ

---

1) Во время подобныхъ опытовъ въ 1753 г. былъ убитъ въ Петербургѣ академикъ *Рихманъ* вмѣстѣ съ *Ломоносовымъ* занимавшійся наблюденіями надъ атмосфернымъ электричествомъ.

земли, дѣятельность растеній мало по малу прекращается и наконецъ доходитъ до такого состоянія, когда азотъ усиленно понижается къ землѣ и принимаетъ положеніе атмосфернаго минимума. Въ это время, такъ какъ дѣятельность растеній по выдѣленію легкихъ газовъ уже слаба, азотъ усиленно накаляется на поверхности земли и происходитъ почти незамѣтное повышеніе болѣе раскаленныхъ азотныхъ массъ къ верху. Въ верхнихъ частяхъ воздуха образуется такимъ образомъ воздушная воронка съ раскаленною срединою, которая при приближеніи къ ней тучъ видится нашему простому глазу въ формѣ желтоватой массы. Въ тоже время на окружающихъ барометрическихъ максимумахъ, азотъ съ паровыми накопленіями т. е. тучами, происшедшими отъ сгоранія кислорода при треніи объ азотъ, стремится спуститься на минимумъ по воздушной наклонной плоскости; при этомъ стремленіи, находящіеся посреди его пары воды, встрѣчаясь на своемъ пути еще съ новыми, сгущаются въ темное облако и дойдя до раскаленнаго минимума, ползутъ по его поверхности въ сторону наибольшаго пониженія азота. Какъ только паровая туча попадаетъ на раскаленный азотъ, такъ сей-часъ же происходитъ образованіе, такъ называемаго на языкѣ техническомъ, сухого пара; происходитъ страшный взрывъ въ воздухѣ, при чемъ освободившійся кислородъ, въ видѣ электрической искры молніи летитъ по направленію къ землѣ, а освободившейся отъ соединенія съ нимъ водородъ, вскидывая на значительную высоту кверху тучу, охлаждаетъ ее въ верхнихъ слояхъ воздуха, откуда она и падаетъ потомъ внизъ проливнымъ дождемъ. Явленіе это особенно любопытно видѣть въ горахъ, гдѣ грозовыя тучи несутся подъ ногами наблюдателя.

Громъ и молнія, производятъ вліяніе на магнитную стрѣлку. Во время грозоваго удара, кислородъ сгорая, развиваетъ въ воздушномъ пространствѣ магнитическіе токи, которые и движутся всегда въ направленіи грозовой тучи, а такъ какъ это направленіе почти никогда не соотвѣтствуетъ движенію земного магнитизма, а въ большинствѣ случаевъ идетъ если не въ перпендикулярномъ, то въ боковомъ напряженіи, то своими ударами, оно и тревожитъ магнитную стрѣлку иногда на столько сильно, что послѣдняя даже вертится на своемъ постаментѣ.

На землѣ молнія притягивается по большей части одиночными

растеніями, стоящими на возвышенностяхъ и желѣзными предметами крышъ и шпилей, въ которые какъ нибудь случайно попалъ магнитный желѣзнякъ. Объясняется это явленіе совершенно просто такъ какъ въ первомъ случаѣ въ деревѣ стоящемъ на горѣ, за отсутствіемъ влаги, накопляется очень много кислорода, не успѣвшаго соединиться съ водородомъ, а во второмъ желѣзо по своей уже естественной природѣ заражено электрическою энергіею; въ обоихъ случаяхъ полюсы электричества естественно сближаются между собою и электричество молніи ударяетъ въ предметъ заряженія, вотъ почему, опасно находиться во время грозы подъ крышею этихъ предметовъ живому человѣку; деревья же стоящіе у береговъ рѣкъ, озеръ, прудовъ и вообще у воды, никогда не привлекаютъ на себя удара молніи. Послѣ молніи въ атмосферѣ всегда появляется озонъ O_3. Это происходитъ потому собственно, что накопившійся въ растеніяхъ кислородъ съ большею жадностью стремится къ соединенію съ водородомъ и вмѣсто двухъ паевъ, какъ обыкновенно бываетъ въ природѣ, онъ соединяется тремя паями; вотъ почему послѣ грома и молніи на открытомъ воздухѣ весьма легко дышется.

Молнія убиваетъ человѣка и животныхъ, зажигаетъ горючія вещества, плавитъ металлы [1]); если входитъ въ землю, то расплавляетъ кремнистыя вещества, которыя потомъ опять затвердѣваютъ; такимъ образомъ получаются длинныя трубки, называемыя *фульгуритами* [2]). Проходя чрезъ сухія деревья, молнія обращаетъ въ паръ соки сосудовъ дерева, отчего последнее и расщепляется.

Молнія является чаще всего въ видѣ ломанной линіи, нерѣдко развѣтвляющейся, которой длина доходитъ до нѣсколькихъ километровъ. Молнія имѣетъ видъ зигзага, а не прямой линіи, вѣроятно, потому, что электричество выбираетъ такой путь, гдѣ оно можетъ встрѣтить наименьшее сопротивленіе. Но должно замѣтить, что наблюдаемый видъ молніи есть кажущійся, перспективой, — въ дѣйствительности нѣкоторыхъ острыхъ угловъ зигзага, можетъ быть, не существуетъ. Подтвержденіемъ этого мнѣнія служитъ то обстоятельство, что иногда молнія пересѣ-

---

[1]) Греч. μέταλλον.

[2]) Отъ лат. fulgur (fulgeo)=fulmen молнія.

каетъ, повидимому свой путь; такое пересѣченіе есть, конечно, перспективное явленіе. Молнія продолжается чрезвычайно короткій промежутокъ времени. Отъ этого, всѣ движущіеся предметы, будучи освѣщены въ темную ночь молніею, кажутся неподвижными: скачущая лошадь представляется остановившеюся; спицы быстро вращающагося колеса бываютъ отчетливо видны.

Чѣмъ суше воздухъ, раздѣляющій землю отъ электрическаго слоя облаковъ, и чѣмъ болѣе осажденія пара, тѣмъ большее напряженіе пріобрѣтаетъ электричество. Этимъ объясняются сильные грозы въ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатахъ, гдѣ воздухъ замѣчательно сухъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ пояса тишины громъ не перестаетъ по причинѣ постояннаго осажденія водяного пара. По мѣрѣ удаленія отъ экватора къ полюсамъ, грозы рѣже и слабѣе; въ полярныхъ странахъ онѣ неизвѣстны.

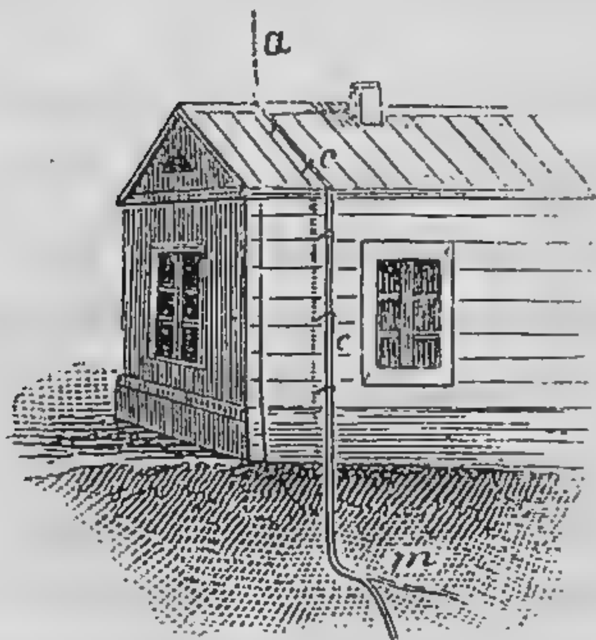
Громъ въ отношеніи молніи то же, что трескъ въ отношеніи искры, получаемой изъ кондуктора электрической машины. На пути электрической искры, воздухъ сильно накаливается и расширяется; кромѣ того, частицы наэлектризованнаго воздуха взаимно отталкиваются, такъ какъ при движеніи молніеносной искры въ пространствѣ всюду сгораетъ соприкасающійся съ нею кислородъ, а соединенный съ нимъ водородъ съ трескомъ взрывается во всѣ стороны атмосферы, производя такимъ образомъ звуковыя волны, достигающія нашего слуха. Послѣ прохожденій молніи воздухъ снова устремляется въ прежнее положеніе равновѣсія и производитъ звукъ. Такимъ образомъ, молнія и громъ суть явленія одновременныя; а если громъ мы слышимъ послѣ молніи, то это происходитъ отъ того, что свѣтъ передается почти мгновенно, звукъ же для передачи требуетъ нѣкотораго времени [1]). Причина, почему громъ продолжается нѣсколько времени, въ томъ, что разныя точки молніи находятся отъ насъ въ разныхъ разстояніяхъ. Неравномѣрность звука (раскаты) грома происходитъ отъ интерференціи звуковыхъ волнъ и отраженія отъ земныхъ предметовъ и облаковъ. Что земные пред-

---

[1]) Скорость звука въ воздухѣ при 0° равна 330 метрамъ въ секунду скорость же свѣта въ пустотѣ 300,000,000 метровъ.

меты увеличиваютъ раскаты грома, ясно изъ того, что въ горахъ громъ сильнѣе и продолжительнѣе. Такъ какъ скорость звука въ воздухѣ извѣстна, а именно равна приблизительно $^1/_3$ километра въ секунду, то легко опредѣлить разстояніе отъ насъ ближайшей точки молніи: замѣтивъ время, протекшее отъ ея появленія до того мгновенія, когда начинаемъ слышать громъ, должно число секундъ раздѣлить на три, и мы получимъ разстояніе въ километрахъ. Если бы, напр., прошло 12 секундъ, то молнія находится отъ насъ въ разстояніи 4-хъ километровъ.— Отраженіе отдаленной молніи въ облакахъ и воздухѣ, безъ грома, называется *зарницею*.

36. **Громоотводъ.** Зданія для предохраненія ихъ отъ ударовъ молніи снабжаются *громоотводами* [1]). Громоотводъ есть заостренный металлическій стержень *a* (рис. 98), утверждаемый на крышѣ зданія; если крыша металлическая, то ее достаточно соединить съ землею желѣзнымъ стержнемъ *c* который своими развѣтвленіями *m* опускается въ колодезь или, по крайней мѣрѣ, во влажную почву. Если крыша сдѣлана изъ непроводника электричества, то со стержнемъ *a* должны быть соединены разныя части крыши посредствомъ металлическихъ листовъ. Дѣйствіе громоотвода заключается въ слѣдующемъ. Приблизимъ къ кондуктору электрической машины, заряженному положительнымъ электричествомъ, металлическій прутъ, соединенный однимъ концомъ съ землею и имѣющій на другомъ концѣ остріе, обращенное къ кондуктору. Естественное электричество прута разлагается; положительное уходитъ въ землю, а отрицательное выходитъ изъ острія и нейтрализуетъ положительное электричество кондуктора, такъ что послѣдній весьма быстро теряетъ свое электричество, хотя бы мы продолжали вращать кругъ электрической машины. Подобное дѣйствіе оказываетъ и громоотводъ на облако. Электричество, накопляющееся на поверхности облака,



Фиг. 98.

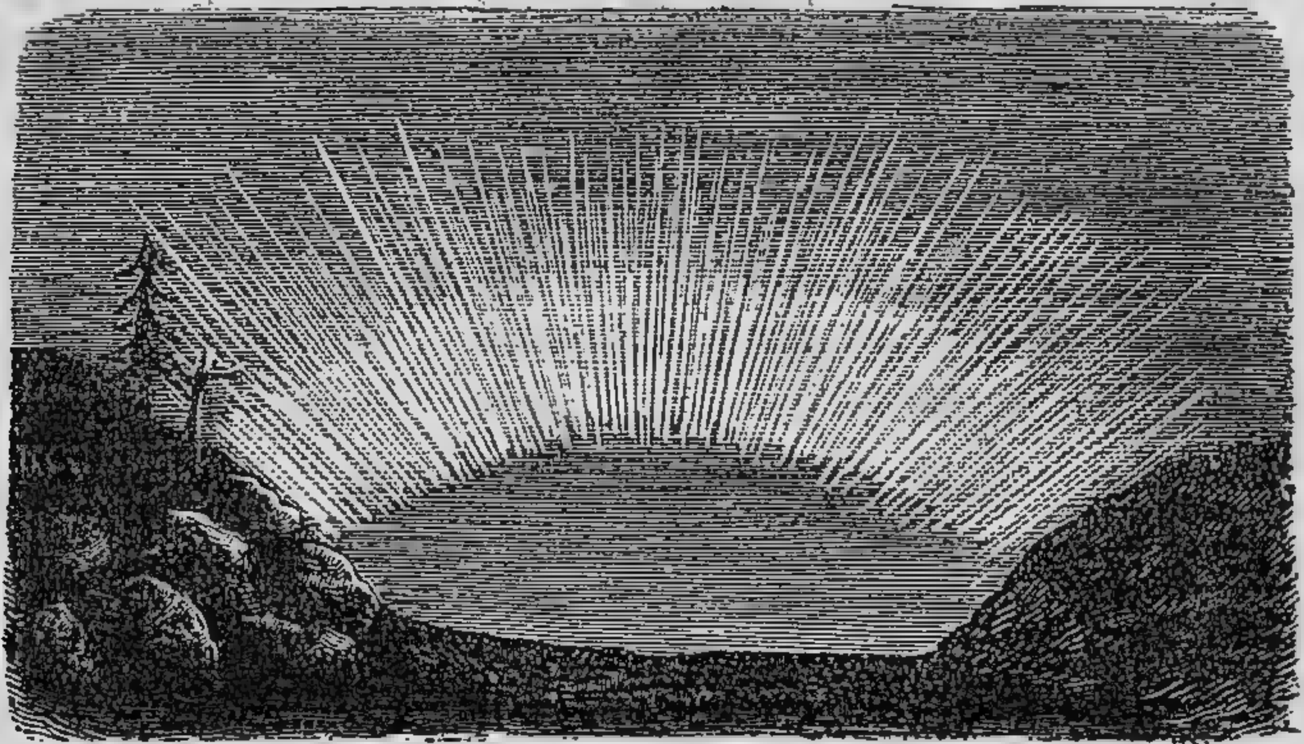
1) Правильнѣе молніеотводъ.

возбуждаетъ чрезъ вліяніе электричество въ громоотводѣ: электричество одноименное съ электричествомъ облака уходитъ въ землю, а разноименное вытекаетъ чрезъ остріе и разряжаетъ облако или, по крайней мѣрѣ, не дозволяетъ электричеству въ облакѣ достигнуть большого напряженія. Бываютъ, однакожъ, случаи, когда громоотводъ не успѣваетъ разрядить облако, и тогда между ними, т. е. облакомъ и громоотводомъ, является молнія: такъ какъ громоотводъ имѣетъ большое поперечное сѣченіе и потому представляетъ весьма слабое сопротивленіе электричеству, то быстрый процессъ разложенія и теченія разноименныхъ электричествъ по громоотводу, вверхъ и внизъ, происходитъ безъ послѣдствій и не причиняетъ зданію вреда.

Такъ говорятъ до сихъ поръ ученые изслѣдователи громоотводныхъ явленій; имѣя въ виду, что въ громоотводѣ, желѣзный стержень его опускается въ землю, гдѣ онъ прикрѣпляется къ мѣдной пластинкѣ, находящейся такимъ образомъ въ болѣе или менѣе сырой, стало быть влажной почвѣ, скорѣе всего надобно допустить во время грозы, въ стержнѣ громоотвода, существованіе гальваническаго тока; а такъ какъ искра молніи, имѣетъ земное направленіе, то при ударѣ своемъ въ мѣстность зданія защищеннаго громоотводомъ она всегда имѣетъ въ немъ т. е. въ громоотводѣ лучшій проводникъ своего направленія, а потому и стремится по направленію стержня, въ землю не трогая самаго зданія. Поставленный надъ домомъ громоотводъ, не защищаетъ собою отъ грозовыхъ ударовъ, сосѣднихъ съ нимъ зданій, а защищаетъ только то, надъ которымъ онъ находится.

37. **Полярныя сіянія**. Вблизи сѣвернаго и южнаго полюсовъ земли наблюдается великолѣпное явленіе, называемое *полярнымъ сіяніемъ сѣвернымъ* или *южнымъ*. Оно представляется подъ весьма различными видами, но въ общихъ чертахъ заключается въ слѣдующемъ: ночью на небесномъ сводѣ, притомъ на сторонѣ горизонта, куда указываетъ полюсъ магнитной стрѣлки, появляется свѣтлая дуга, обращенная своею выпуклостью вверхъ и окаймляющая черный сегментъ (рис. 99). Изъ нея начинаютъ подыматься столбы свѣта, быстро измѣняющіеся въ цвѣтѣ и силѣ, то уничтожающіеся, то снова появляющіеся; въ самой дугѣ замѣтно волнообразное движеніе отъ одного края до другого.

Свѣтовыя полосы иногда переходятъ за зенитъ, гдѣ образуютъ свѣтлое пятно, называемое *короною* полярнаго сіянія, и представляютъ такимъ образомъ часть свѣтлаго купола. Спустя нѣсколько времени, свѣтъ постепенно ослабѣваетъ и наконецъ, совершенно уничтожается. При большомъ развитіи, явленіе бываетъ видно въ странахъ не только полярныхъ, но даже умѣреннаго пояса до 40° широты.



Фиг. 99.

Полярныя сіянія, вслѣдъ за поясомъ затишья, служатъ лучшимъ доказательствомъ движенія кислородоводородныхъ массъ съ поверхности земли въ сторону нашего солнца.

Каждое полярное сіяніе, сопровождается слѣдующими признаками:

1. Оно бываетъ только тогда, когда полюсъ земли перешелъ линію равноденствія и уклонится въ сторону противоположную солнцу.

2. Оно сопровождается вліяніемъ на магнитную стрѣлку совершенно такимъ же, какъ громъ и молнія.

3. Въ странахъ полярныхъ во время сіянія, всегда слышится шумъ.

4. Волны сіянія идутъ всегда въ стороны полюса, а не отъ полюса, т. е. центра сіянія.

5. Сіяніе никогда не имѣетъ точки опоры на землѣ, а всегда между нимъ и землею имѣется фигура сегмента, по дугѣ котораго и красуется свѣтовое явленіе.

6. Сіяніе никогда не переходитъ за полночь, а прекращается всегда ранѣе полуночи.

7. Послѣ сіянія въ атмосферѣ постоянно остаются перистые облака.

8) Сіяніе происходитъ только при барометрическихъ максимумахъ и никогда при минимумахъ.

и 9) Во время сіянія, барометръ постепенно понижается.

Состоя непремѣннымъ членомъ солнечной системы, земля наша въ общей системѣ планетъ окружающихъ наше солнце идетъ нѣсколько впереди его, при чемъ какъ катушка, постоянно сматываетъ съ себя ленту кислородоводороднаго газа въ сторону солнца.

Вся наша солнечная система, а стало быть и земля, движутся въ сторону противоположную міровому теченію; хотя это послѣднее совершается за предѣлами нашей земной атмосферы, тѣмъ не менѣе изъ сопоставленія съ земными явленіями, легко допустить, что міровое теченіе, а можетъ быть. и самое движеніе впередъ нашей солнечной системы, не всегда бываютъ одинаковой силы.

Какъ только, какой либо полюсъ земли переходитъ въ сторону отъ солнца за линію равноденствія, то со стороны мірового теченія, онъ получаетъ наибольшее сопротивленіе, нежели полюсъ ему противоположный, т. е. обращенный къ солнцу; между тѣмъ, выдѣленіе кислородоводорода происходитъ на землѣ безпрерывно, стало быть лента его безпрерывно тянется надъ нашею земною атмосферою. Полюсъ обращенный къ солнцу, имѣетъ съ послѣднимъ естественное прямое соотношеніе, но полюсъ противоположный, тотъ, чтобы выдѣлить свои газы, долженъ вести въ ночную пору, нѣкоторую борьбу съ міровымъ теченіемъ и когда послѣднее пересиливаетъ стремленіе этихъ газовъ къ солнцу, то естественно, что выдѣлившійся за предѣлы нашей азотной атмосферы кислородъ съ водородомъ, прижимаются къ послѣдней и ползутъ по ея поверхности въ сторону солнца.

При такомъ движеніи очевидно происходитъ треніе легкихъ газовъ объ тяжелый азотъ; всякое треніе возбуждаетъ теплоту, а всякая теплота сжигаемость кислорода. Вотъ эта то сжигаемость и производитъ тѣ девять явленій, которые перечислены

выше, т. е. 1) появленіе сегмента, прямо говоритъ за то, что сжигаемость кислорода происходитъ за предѣлами атмосферы, по дугѣ послѣдняго характеризующей шарообразность нашей земли, въ этомъ отношеніи сегментъ представляетъ какъ бы воздушную береговину теченія; 2) что свѣтовое явленіе могло произойти только отъ горѣніи кислорода, это доказывается уклонами отъ своего естественнаго положенія магнитной стрѣлки, такъ какъ при горѣніи кислорода, всегда возбуждается въ природѣ электрическая сила, которая вліяетъ на магнитную стрѣлку, 3) что шумъ происходящій въ полярныхъ странахъ во время сіяній прямо говоритъ за звуковыя волны, происходящія отъ тренія газовыхъ движеній, 4) что волны сіянія видимыя въ природѣ, только и могутъ идти въ сторону полюса нѣсколько въ западномъ его направленіи т. е. въ сторону закатившагося солнца, а необратно. Въ этомъ случаѣ, сегментъ представляетъ крайнюю сѣверную береговину, за предѣлы которой не идетъ сіяніе и мы свободно видимъ, подъ нимъ т. е. сегментомъ, всѣ звѣзды сѣвернаго полюса. 5) явленіе сіянія можетъ начаться только въ ночную пору, когда движенію выдѣлившихся сквозь атмосферу газовъ можетъ противостать земной шаръ, равно и продолжаться явленіе не можетъ за полночь, такъ какъ тотъ же земной шаръ въ это время всталъ бы стѣною полнаго сопротивленія, уничтожая такимъ образомъ всякое поверхностное треніе о свою атмосферу 6) образованіе перистыхъ облаковъ, могло произойти только отъ выдѣленія водородистыхъ частей соединеннаго съ ними сгорѣвшаго при треніи кислорода, въ новую формулу соединенія $H_2 O$, 7) что сіяніе происходитъ только во время барометрическаго максимума и никогда при минимумѣ, это же ясно показываетъ, что оно явленіе надатмосферное, постепенное же при этомъ пониженіе барометра прямо говоритъ за то, что атмосфера воздуха, находится при этомъ подъ давленіемъ какой то особой силы, въ данномъ случаѣ конечно кислородоводорода.

Корона сіянія появляется всегда въ концѣ явленія и происходитъ отъ слѣдующихъ причинъ: водородное теченіе, понижая своимъ треніемъ слой воздушной атмосферы, производитъ въ ней какъ бы русло воздушной рѣки, береговиною которой служитъ сегментъ. Когда русло опускается ниже сегмента, то происходитъ движеніе обратное первому т. е. атмосфера воздуха,

находящаяся за сегментомъ, начинаетъ двигаться черезъ русло кислородовороднаго теченія и въ это время происходятъ два последнія светлыя явленія: если движеніе это боковое въ сторону русла, то въ воздухѣ появляются лентообразныя и даже факелообразныя свѣченія воздушныхъ массъ, при чемъ верхняя часть ихъ ослабѣвая переходитъ въ сторону темныхъ массъ, но если теченіе начинается перпендикулярно руслу, то какъ пальцы руки, появляются отъ сегмента свѣтовые лучи, довольно толстые, не искрящіеся, монометрическаго типа или вида сначала нѣсколько, и потомъ количество ихъ быстро увеличивается и доходитъ до большихъ массъ. Свѣтовидность лучей постоянно мѣняется и отъ буроватокрасныхъ доходитъ до серебристорозоваго цвѣта, очевидно, что сила свѣченія лучей находится въ прямомъ отношеніи къ силѣ тренія атмосферы надъ потокомъ кислородоводорода.

8) Показателями того, что потоки кислородоводородныхъ массъ во время сіянія, идутъ въ сторону закатившагося солнца служатъ: а) форма сегмента, имѣющаго всегда пониженную часть къ западу и возвышенную къ востоку и б) направленіе южнаго и сѣвернаго сіянія тождественны между собою т. е. съ В къ СЗ въ сторону заката солнца.

Что явленія полярныхъ сіяній происходятъ отъ движенія легкихъ газовъ къ солнцу, это подтверждается еще и тѣмъ что какъ сѣверное, такъ равно и южное сіянія имѣютъ свои теченія по направленію отъ ЮВ къ СЗ т. е. въ сторону закатившагося солнца.

XVIII.

Оптическіе метеоры.

38. **Оптическіе метеоры.**– Свѣтовые лучи, проходя чрезъ атмосферу, производятъ разныя оптическія явленія, которыя по большей части удовлетворительно объясняются на основаніи законовъ свѣта.

39. **Голубой цвѣтъ неба.**—Причина голубого цвѣта неба заключается въ томъ, что частицы атмосфернаго воздуха, будучи

освѣшаемы лучами солнца, имѣютъ способность разсѣивать только голубые лучи. Отсюда ясно, что цвѣтъ неба долженъ быть тѣмъ ярче, чѣмъ плотнѣе воздухъ, потому что съ плотностью воздуха увеличивается число частицъ, разсѣивающихъ лучи; въ самомъ дѣлѣ, воздухоплаватели утверждаютъ, что въ верхнихъ областяхъ атмосферы небесный сводъ кажется темнымъ. Примѣсь водяныхъ паровъ, разсѣивающихъ безцвѣтные лучи, измѣняетъ цвѣтъ неба, дѣлаетъ его сѣрымъ въ большей или меньшей степени. Причину шаровидности небеснаго свода надо искать въ томъ свойствѣ нашего глаза, по которому, если предметъ находится отъ насъ далѣе извѣстнаго предѣла, то мы теряемъ всякую возможность судить о разстояніи, и намъ кажется, что всѣ такіе предметы удалены отъ насъ одинаково.

40. **Изъ-заоблачныя сіянія** [1]) Если небо покрыто густыми облаками, и въ промежуткахъ между ними прорываются солнечные лучи, то являются бѣлыя полосы, повидимому, расходящіяся отъ солнца. Это явленіе называется *изъ-заоблачнымъ сіяніемъ* и происходитъ отъ свѣта, разсѣиваемаго частицами атмосферы, лежащими на пути солнечныхъ лучей. То же самое наблюдается въ темной комнатѣ, въ которую впущены чрезъ отверстіе лучи свѣта; частицы воздуха и пылинки обозначаютъ направленіе лучей. Свѣтлыя полосы изъ-заоблачнаго сіянія должны быть, по причинѣ большого удаленія солнца, между собою параллельны, но, вслѣдствіе перспективы, онѣ кажутся расходящимися, подобно тому, какъ отдаленная часть весьма длинной и прямои улицы кажется уже, нежели та часть, которая находится вблизи насъ.

41. **Заря.** *Заря* есть явленіе, замѣчаемое послѣ заката солнца и незадолго до его восхода, и заключается въ томъ, что та часть неба, въ которой находится солнце, окрашивается цвѣтами отъ золотисто-желтаго до темно-пурпуроваго. Заря происходитъ отъ освѣщенія лучами солнца верхнихъ слоевъ атмосферы. Время, протекшее отъ начала до конца зари, называется *сумерками*.

Солнечный свѣтъ, проходя чрезъ атмосферу, преломляется и разсѣивается. Поэтому днемъ цвѣта, имѣющіе большую длину

---

[1]) Rayons crépusulaires—сумеречные лучи.

волны (красный, оранжевый, желтый) совершенно поглощаются, и до нашего глаза доходятъ одни только лучи съ короткою, длиной волны (фіолетовый, синій, голубой) и производятъ впечатлѣніе голубаго цвѣта неба. Если же свѣтъ долженъ проходить чрезъ болѣе плотныя среды, напр., чрезъ скопляющіеся пары на горизонтѣ, то берутъ верхъ лучи съ большою длиной волны, отчего и происходитъ явленіе краснаго цвѣта неба утромъ и вечеромъ.

42. **Миражъ.** Иногда предметы, далеко находящіеся за горизонтомъ, и потому невидимые, показываются надъ нимъ въ прямомъ или обратномъ положеніи и почти всегда нѣсколько измѣненные. Это явленіе называется миражемъ [1]) или *зеркальностью воздуха;* въ Сициліи извѣстно подъ именемъ *фатаморгана,* въ Россіи—*марево.* По большей части оно наблюдается въ песчаныхъ степяхъ тропическаго пояса и состоитъ въ слѣдующемъ. Надъ горизонтомъ появляются два изображенія предмета: прямое и ниже—обратное, и какъ бы второе было отраженіемъ перваго въ спокойной поверхности воды.

Миражъ есть продуктъ зеркальности нашей атмосферы. Главныя условія его появленія, это спокойное состояніе надземнаго слоя атмосферы; воздухъ въ верхнихъ слояхъ атмосферы имѣетъ постояное движеніе въ стороны уклона азотныхъ массъ; какъ только нижній слой воздуха остается неподвиженъ, а верхній получаетъ по немъ свое движеніе, то отъ происходящаго между ними тренія образовывается блестящая, какъ бы ртутная полоса, дающая нижней массѣ воздуха свойство зеркальности. Если движущійся верхній пластъ воздуха значительной толщины, то явленіе миража однотонное, т. е. отражающаяся въ немъ часть земной поверхности кажется вверхъ ногами, какъ въ зеркалѣ; но если въ спокойно стоящую надъ землею атмосферу, врывается откуда-либо со стороны тонкій пластъ воздуха, то, разсѣкая ее своимъ движеніемъ на двѣ части—верхнюю и нижнюю, онъ такимъ образомъ въ плоскостяхъ тренія образовываетъ въ атмосферѣ двѣ зеркальныхъ поверхности и отраженіе, переданное земною поверхностью въ первой зеркальной плоскости обратною стороною, во второмъ зеркалѣ, принимаетъ уже

---

[1]) Франц. mirage отъ лат. mirari удивляться, смотрѣть съ удивленіемъ.

положенiе естественнаго земного вида. Оба эти положенiя, очевидно, происходятъ въ различныхъ другъ отъ друга разстоянiяхъ, но такъ какъ человѣкъ картину миража съ земли можетъ видѣть только съ значительнаго уклона луча зрѣнiя кверху, то въ пространствѣ картина перваго отраженiя покрываетъ собою вторую и оба вида кажутся намъ слившимися вмѣстѣ своими основанiями.

Что слои воздуха врываются въ средину видимой нами атмосферы, лучшимъ доказательствомъ могутъ служить зимнiе молнiи и громы. Молнiя есть продуктъ раскаленнаго минимума, когда на него сливается съ максимума паровая туча; очевидно, что зимою нельзя и думать о раскаленности нашей атмосферы, а между прочимъ, явленiе зимняго грома приходилось слышать въ своей жизни чуть не каждому человѣку. Происхожденiе подобнаго явленiя только и можно объяснить тѣмъ, что слой горячаго воздуха, привлеченный съ теплыхъ странъ уклономъ азота, попалъ въ паровую тучу и сжегъ ее на своемъ очагѣ. Такое явленiе объясняется еще и тѣмъ, что зимнiя грозы кратковременны, не болѣе одного или двухъ ударовъ и онѣ никогда не влекутъ тѣхъ печальныхъ послѣдствiй своего удара, какiя бываютъ лѣтомъ, ихъ молнiеносныя искры, не достигая земной поверхности, разсѣиваются въ верхнихъ слояхъ атмосферы.

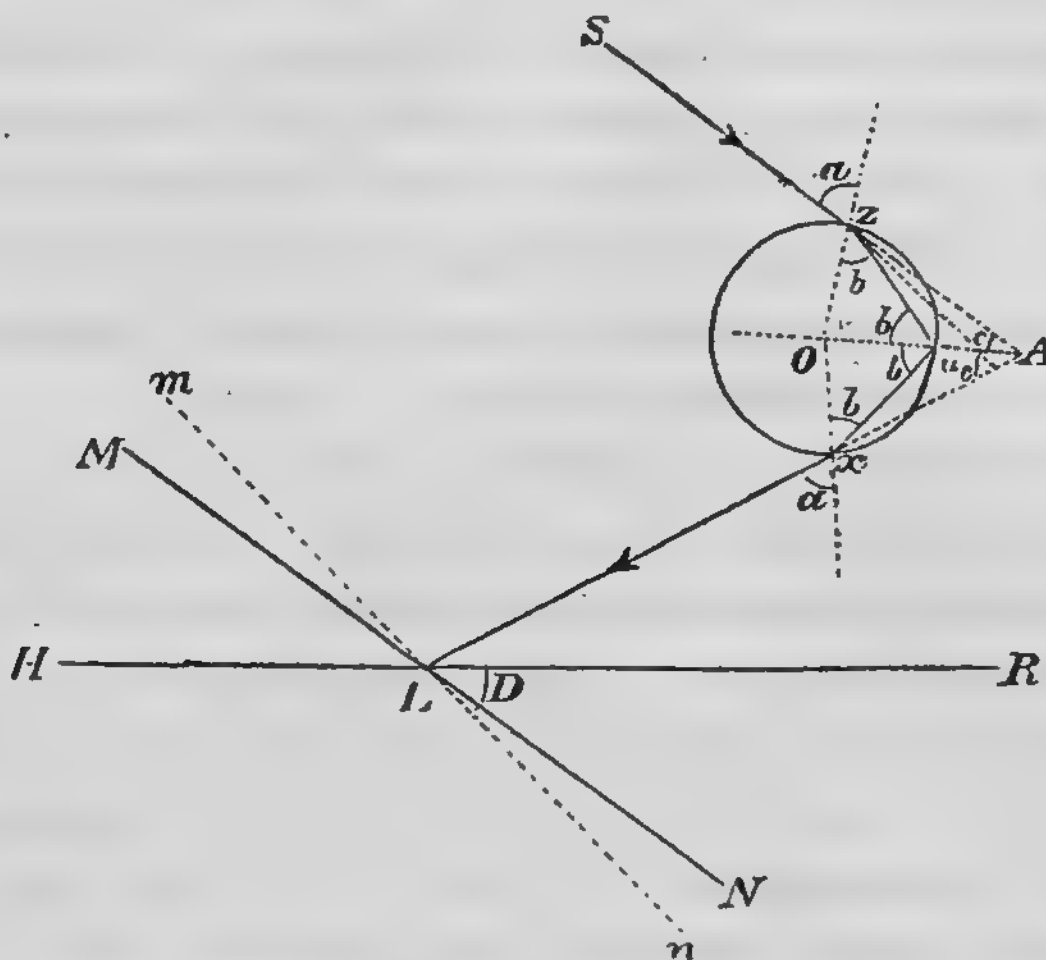
43. **Радуга.** Если дождевыя капли освѣщаются солнцемъ, то въ нихъ является *радуга.* Она имѣетъ видъ дуги, окрашенной всѣми цвѣтами призматическаго спектра: внутренняя часть—фiолетовымъ цвѣтомъ и наружная—краснымъ; между ними помѣщаются всѣ прочiе цвѣта. Чѣмъ солнце выше, тѣмъ ниже радуга; ея совсѣмъ не бываетъ, когда высота солнца болѣе 42°. Иногда замѣчается еще и другая радуга, окаймляющая первую въ разстоянiи 9°; въ ней наблюдаются тѣ же цвѣта, хотя гораздо слабѣе и въ обратномъ порядкѣ: фiолетовый лежитъ на внѣшней части дуги, красный—внутри.

Можно произвести радугу искусственно; если будемъ смотрѣть на фонтанъ со стороны солнца, то въ капляхъ воды увидимъ радугу.

Луна, когда бываетъ въ полномъ блескѣ, также даетъ радугу, которой цвѣта, однако, довольно слабы.

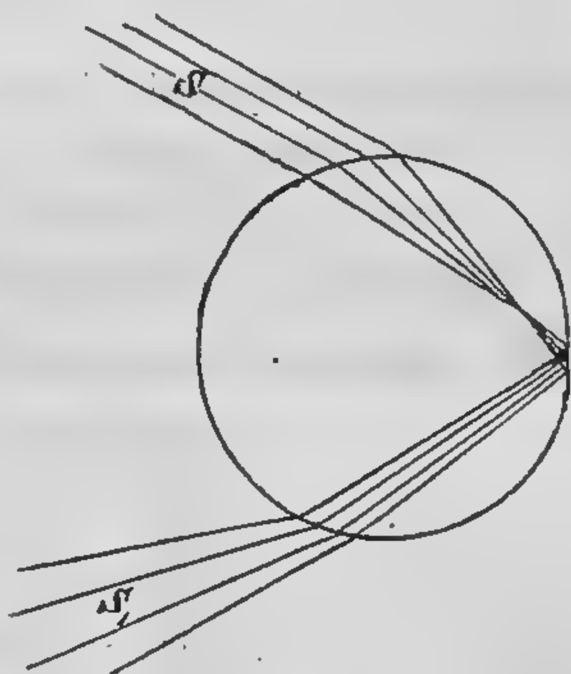
Явленіе радуги вполнѣ удовлетворительно объясняется преломленіемъ и отраженіемъ свѣта въ дождевыхъ капляхъ.

Вообразимъ горизонтъ мѣста HR (фиг. 100); и пусть сол-



Фиг. 100.

нечный лучъ Sz падаетъ на каплю воды zux, имѣющей видъ шара, котораго центръ o. Проведя радіусъ oz, построимъ уголъ паденія a. Войдя въ каплю, лучъ приблизится къ перпендикуляру, образуя уголъ преломленія ozu, который назовемъ чрезъ b. При паденіи преломленнаго луча zu на внутреннюю сторону капли въ точкѣ u, часть луча выйдетъ, часть отразится по ux. Въ точкѣ x часть луча отразится во внутренность капли, часть выйдетъ по xL подъ угломъ преломленія a; пусть эта часть луча входитъ въ глазъ наблюдателя L. Мы разсмотрѣли путь только одного луча. Если на каплю упадетъ цѣлый пучекъ S (фиг. 101) параллельныхъ лучей, то вообще по выходѣ изъ капли лучи S_1 будутъ расходящимися; весьма немногіе изъ нихъ попадутъ въ глазъ наблюдателя и, слѣдовательно, произведутъ



Фиг. 101.

слабое впечатлѣніе. Простыми вычисленіями можно доказать, что есть такое положеніе капли на небесномъ сводѣ, при которомъ параллельные лучи, вошедшіе въ каплю, и по выходѣ изъ нея остаются параллельными; такіе лучи производятъ на глазъ достаточно сильное впечатлѣніе и называются *дѣятельными* [1]. Проведемъ чрезъ глазъ L прямую линію MN, параллельную лучу S (фиг. 100) солнца. Если лучи были красные, то уголъ D, равный $\angle xLN$, составленный линіею MN и линіею Lx, по направленію которой лежитъ капля, испускающая дѣятельные лучи, равенъ 42^0; для фіолетовыхъ лучей $\angle D = 40^0$.

Для доказательства опредѣлимъ уголъ D (фиг. 100). Не трудно видѣть, что лучи Sz и Lx лежатъ въ одной плоскости; продолжимъ ихъ до взаимнаго пересѣченія въ нѣкоторой точкѣ A. Прямая линія ouA дѣлитъ $\angle A$ на два равные c и c. По параллельности SA и MN, уголъ $D = 2c$. Изъ треугольника zuA имѣемъ $\angle zuo = \angle uzA + \angle zAu$ или $b = a - b + c$, откуда $c = 2b - a$. Слѣдовательно, $D = 4b - 2a$. Если дано a, то по закону Декарта, зная показателя преломленія воды, можно вычислить b. Такимъ образомъ, уголъ D будетъ извѣстенъ.

Лучи, составляющіе пучекъ параллельныхъ лучей S (фиг. 101), падаютъ на каплю дождя подъ различными углами и по выходѣ изъ капли идутъ по расходящимся направленіямъ. Уголъ, образованный крайними лучами S_1, зависитъ отъ толщины пучка S и мѣста капли, на которое онъ падаетъ. Пусть a означаетъ уголъ паденія, а b—уголъ преломленія одного изъ лучей S; для другого луча углы паденія и преломленія пусть будутъ $a + x$ и $b + y$, гдѣ x и y могутъ быть и положительныя и отрицательныя величины. Назвавъ еще для этого луча чрезъ D_1 уголъ xLN, получимъ подобно предыдущему,

$$D_1 = 4(b + y) - 2(a + x), \text{ откуда:}$$
$$D_1 = 4b - 2a + 4y - 2x$$
$$D_1 = D + 4y - 2x$$
$$D_1 - D = 4y - 2x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1).$$

Разность $D_1 - D$, или равная ей величина $4y - 2x$ выражаетъ уголъ, образованный какими либо двумя лучами S_1. Станемъ искать, при какомъ значеніи угла паденія a эта разность будетъ

[1] Rayons efficaces.

имѣть наименьшую величину; тогда лучи S_1 будутъ наиболѣе близки къ параллельности и произведутъ на глазъ самое сильное впечатлѣніе.

По закону Декарта, имѣемъ:

$$\frac{\text{Sin}\ (a+x)}{\text{Sin}\ (b+y)}=m,$$

гдѣ m показатель преломленія воды. Отсюда:

$$\text{Sin}\ a\ \text{Cos}\ x+\text{Cos}\ a\ \text{Sin}\ x=m\ \text{Sin}\ b\ \text{Cos}\ y+m\ \text{Cos}\ b\ \text{Sin}\ y\ .\ .(2).$$

Предположимъ, что пучекъ S чрезвычайно тонокъ, а, значитъ, x и y весьма малы. Чѣмъ x ближе къ нулю, тѣмъ менѣе Sin x отличается отъ x, такъ что можно принять: Sin $x=x$, точно также, чѣмъ x ближе къ нулю, тѣмъ болѣе Cos x приближается къ 1 (Cos 0=1), такъ что можно принять съ весьма малою погрѣшностью, что Cos $x=1$. По той же причинѣ: Sin $y=y$ и Cos $y=1$. Подставивъ найденныя величины въ уравненіе (2), найдемъ:

$$\text{Sin}\ a+\text{Cos}\ a\cdot x=m\ \text{Sin}\ b+m\ \text{Cos}\ b\cdot y,$$

откуда, принявъ во вниманіе, что Sin $a=m$ Sin b, получимъ:

$$v=\frac{\text{Cos}\ a}{m\ \text{Cos}\ b}x.$$

При помощи этого выраженія, можно дать равенству (1) такой видъ:

$$D_1-D=\left(\frac{4\ \text{Cos}\ a}{m\ \text{Cos}\ b}-2\right)x.$$

Чтобы разность $D_1—D$ была, по возможности, менѣе, при одной и той же величинѣ x, надо сдѣлать коэффиціентъ при x, т. е. $\frac{4\ \text{Cos}\ a}{m\ \text{Cos}\ b}-2$, какъ можно менѣе. Разсмотримъ, нельзя-ли подобрать такую величину для угла a, чтобы этотъ коэффиціентъ обратился въ нуль. Итакъ, допустимъ:

$$\frac{4\ \text{Cos}\ a}{m\ \text{Cos}\ b}-2=o.\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .(3).$$

Замѣчая, что Sin $b=\frac{\text{Sin}\ a}{m}$ Cos $b=\sqrt{1-\frac{\text{Sin}^2\ a}{m^2}}$ получаемъ изъ предыдущаго равенства, послѣ весьма легкихъ преобразованій:

$$4\ \text{Cos}^2 a=m^2-\text{Sin}^2 a,$$

откуда

$$\operatorname{Sin} a = \sqrt{\frac{4-m^2}{3}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4).$$

Чтобы Sin a могъ имѣть вещественное значенiе, необходимо принять, что $4-m^2>0$ и $4-m^2<3$, а, слѣдовательно, $m<2$ и $m>1$; иначе сказать: показатель преломленiя воды долженъ быть болѣе 1 и менѣе 2, какъ это есть на самомъ дѣлѣ. Итакъ, равенство (3) возможно; слѣдовательно, разность D_1-D можно обратить въ нуль.

Предыдущiя сужденiя не вполнѣ точны, но они тѣмъ точнѣе и найденные выводы тѣмъ ближе къ истинѣ, чѣмъ x менѣе. Такимъ образомъ, можно считать доказаннымъ: если на дождевую каплю падаетъ чрезвычайно тонкiй пучекъ параллельныхъ лучей подъ угломъ паденiя a, величина котораго опредѣляется изъ равенства (4), то и по выходѣ изъ капли, послѣ ихъ преломленiя лучи сохранятъ свою параллельность; чѣмъ тоньше пучекъ, тѣмъ это заключенiе точнѣе.

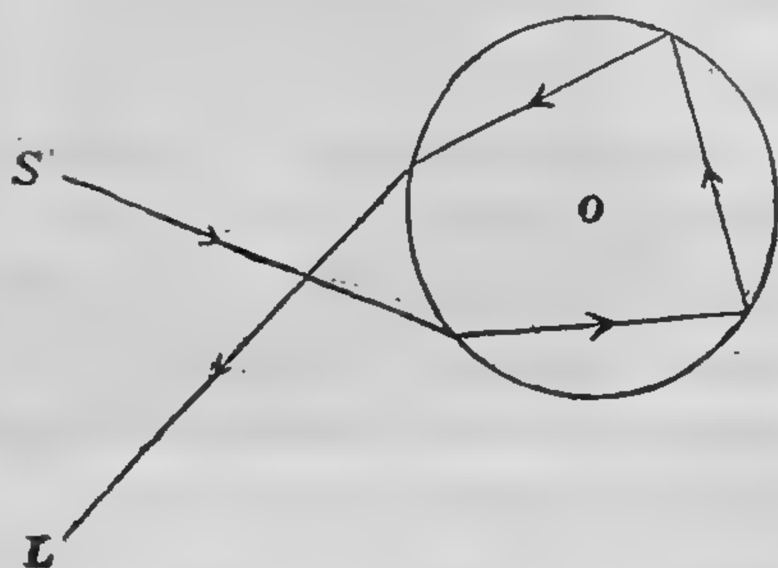
Подставивъ въ равенство (4) на мѣсто m показатель преломленiя воды для красныхъ лучей, легко вычислить a, изъ равенства: $\operatorname{Sin} a = m \operatorname{Sin} b$—величину b; наконецъ, изъ равенства $D=4b-2a$ получимъ, что $D=42^0$. Затѣмъ, надо повторить вычисленiе, приравнивая m показателю преломленiя фiолетовыхъ лучей; найдемъ, что $D=40^0$.

Отсюда выходитъ, что всякая точка небеснаго свода, для которой уголъ D равенъ 42^0, покажется красною. Такiя точки будутъ расположены по поверхности конуса, въ которомъ ось LN и производящая линiя Lx составляютъ уголъ 42^0. Разсуждая подобнымъ образомъ для фiолетовыхъ лучей, найдемъ, что внутри конуса xLN будетъ другой конусъ, котораго ось LN и производящая линiя образуютъ уголъ въ 40^0; между этими двумя конусами находятся консусы всѣхъ прочихъ. Итакъ, наблюдатель долженъ увидѣть на небосклонѣ, въ противоположной сторонѣ отъ солнца цвѣтную дугу шириною въ 2^0, окрашенную всѣми цвѣтами спектра; внутреннiй край ея будетъ фiолетовый, наружный—красный, а между ними—прочiе цвѣта: синiй, голубой и т. д.

Мы разсмотрѣли, какая должна быть радуга отъ одной свѣтящейся точки; но солнце есть свѣтящееся тѣло, котораго каж-

дая точка даетъ цвѣтную дугу шириною въ 2^0. Эти дуги другъ друга частію покрываютъ, и цвѣта перемѣшиваются; чистыми остаются только цвѣта красный и фіолетовый. Такъ какъ угловой діаметръ солнца равенъ $^1/_2{}^0$, то линія MN (фиг. 100), идущая отъ нижней точки солнца, и линія mn—отъ верхней точки того же свѣтила образуютъ уголъ въ $^1/_2{}^0$. Поэтому, ширина радуги будетъ увеличена на $^1/_2{}^0$ и, слѣдовательно, вся ширина ея должна быть $2^1/_2{}^0$, что и въ самомъ дѣлѣ наблюдается.

Изъ фигуры выходитъ, что высота xLR вершины радуги равна $\angle xLN - \angle RLN$ или $42^0 - \angle RLN$, гдѣ $\angle RLN$ есть, очевидно, высота нижней точки солнца. Значитъ, радуга возможна только въ такомъ случаѣ, когда высота нижней точки солнца менѣе 42^0; если высота равна 42^0, то радуга вершиною своею касается горизонта. Въ Петербургѣ меридіальная высота солнца, во время лѣтняго солнцестоянія, равна $52^0 31'$; слѣдовательно, въ эту пору радуга около полудня невозможна.



Фиг. 102.

Свѣтъ можетъ достигнуть наблюдателя послѣ двухъ отраженій въ дождевой каплѣ, какъ это показано на фигурѣ 102, гдѣ S изображаетъ лучъ солнца, O каплю и L глазъ наблюдателя. Можно доказать, что дѣятельные красные лучи составляютъ уголъ 51^0 съ линіей, проведенною чрезъ глазъ наблюдателя и нѣкоторую точку солнца; для фіолетовыхъ лучей тотъ же уголъ равенъ 54^0. Слѣдовательно, во второй радугѣ цвѣта расположены въ обратномъ порядкѣ. Разность обоихъ угловъ составляетъ 3^0; приложивъ сюда видимый діаметръ солнца, получаемъ $3^1/_2{}^0$—ширину второй радуги.

Вычисленіе также показываетъ, что радуги отъ 3-хъ и 4-хъ отраженій могутъ образоваться въ тѣхъ дождевыхъ капляхъ, которыя находятся между наблюдателемъ и солнцемъ; по причинѣ яркости этого свѣтила онѣ никогда не бываютъ видимы. Пятая радуга должна быть на противоположной сторонѣ отъ солнца, между первыми двумя радугами, но она такъ слаба, что не была наблюдаема.

44. **Вѣнчики.**—Иногда солнце и луну, въ разстояніи отъ 1^0 до 4^0, окаймляютъ одинъ или нѣсколько цвѣтныхъ круговъ, окрашенныхъ внутри фіолетовымъ, а внѣ краснымъ цвѣтомъ. Подобное явленіе замѣчается, когда смотрятъ на свѣтящійся предметъ чрезъ стекло, покрытое мелкими каплями воды. Такія капли получаются, если на стекло подышать. Пламя газа, или лампы, видимое черезъ стекла уличныхъ фонарей и оконъ въ домахъ, также окружается цвѣтными каймами. Поэтому весьма вѣроятно, что вѣнчики происходятъ отъ той же причины, и въ самомъ дѣлѣ они наблюдаются только въ томъ случаѣ, когда между глазомъ наблюдателя и солнцемъ или луною находятся облака, состоящія изъ малыхъ водяныхъ шариковъ.

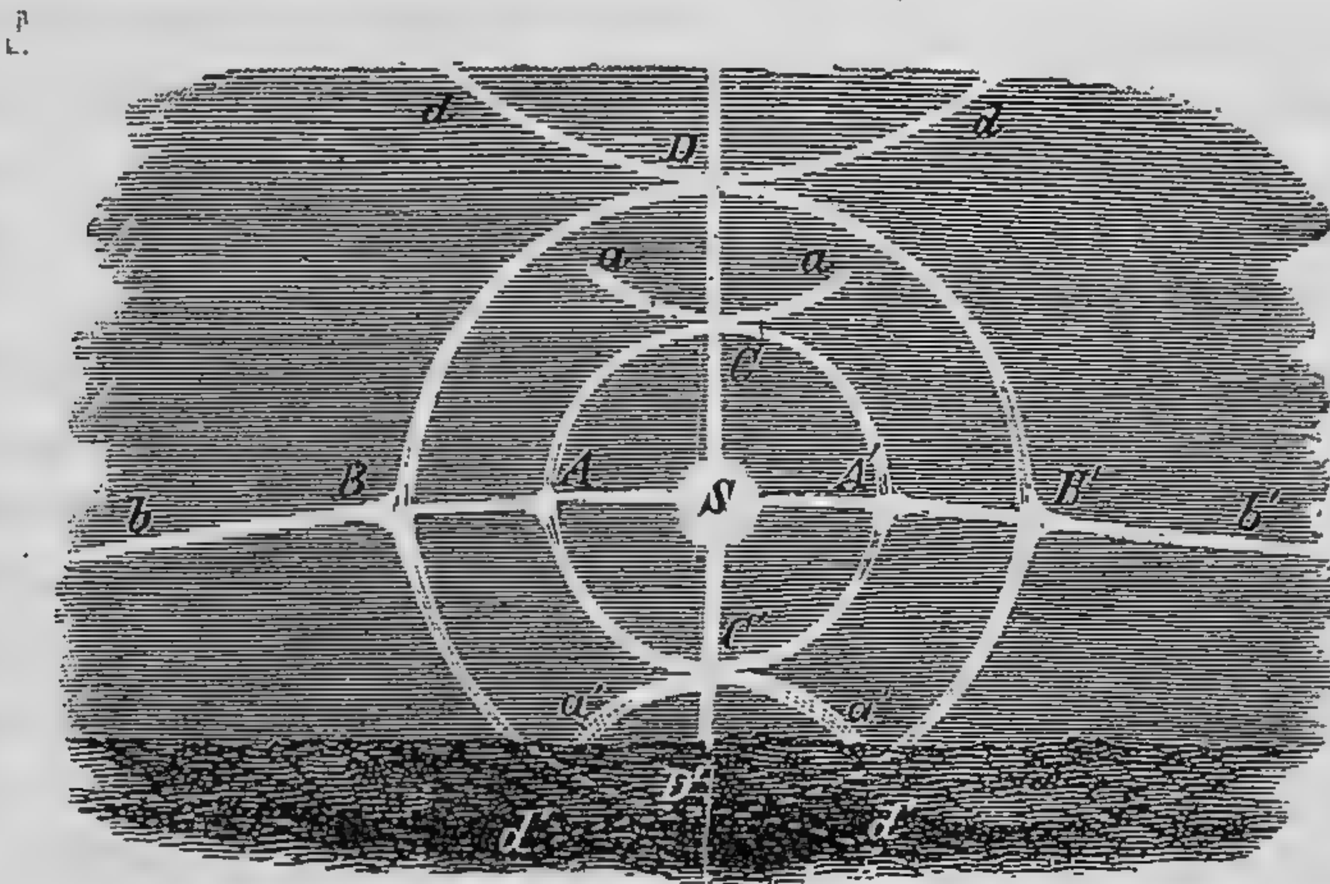
Явленіе вѣнчиковъ объясняется диффракціею [1]) лучей свѣта, которые, проходя около капель воды, испытываютъ уклоненіе, меньшее для фіолетовыхъ лучей и большее для красныхъ; отъ этого, вѣнчики имѣютъ внутри фіолетовый цвѣтъ и снаружи красный. Длина спектровъ, получаемыхъ съ помощію оптическихъ рѣшетокъ, тѣмъ болѣе, и они отстоятъ отъ разсматриваемой свѣтлой линіи или точки тѣмъ далѣе, чѣмъ чаще рѣшетка. Точно также и діаметры вѣнчиковъ зависятъ отъ величины капель. Отсюда, обратно, по діаметру вѣнчика можно заключить о діаметрѣ водяныхъ шариковъ, расположенныхъ между глазомъ наблюдателя и свѣтиломъ. Изъ такихъ изысканій оказалось, что діаметръ капель измѣняется отъ 0,01 до 0.03 миллиметра; зимою онѣ больше, лѣтомъ меньше.

45. **Цвѣтные круги.**—Въ полярныхъ странахъ и даже въ холодное время въ умѣренныхъ поясахъ нѣсколько круговъ цвѣтныхъ и безцвѣтныхъ появляются около луны, но съ бòльшимъ блескомъ, конечно, около солнца. Во-первыхъ, замѣчаютъ цвѣтной кругъ $ACA'C'$ около солнца S (фиг. 103) въ разстояніи 22^0 слишкомъ. Цвѣта этого круга обратны цвѣтамъ вѣнчиковъ; внутри лежитъ красный цвѣтъ, снаружи—фіолетовый. Въ разстояніи 46^0 является иногда и другой кругъ $BDB'D'$ того же рода, т. е. снаружи фіолетовый и внутри красный. При большемъ развитіи явленія, чрезъ солнце проходятъ два бѣлыхъ

---

[1]) Лат. diffractio уклоненіе, загибаніе отъ diffringo (dis-frango) разламываю.

круга: горизонтальный *bBAA'B'b'* и вертикальный *DCC'D'*. Иногда являются еще цвѣтныя дуги *dDd*, *aCa*, *a'C'a'* и *d'D'd'*, касательныя къ цвѣтнымъ кругамъ. На взаимныхъ пересѣченіяхъ круговъ получаются свѣтлыя пятна; самыа яркія *A*, *A'*,



Фиг. 103.

B', *B'* и въ пересѣченіи бѣлыхъ круговъ, противъ солнца, называются *ложными солнцами* или *лунами*.

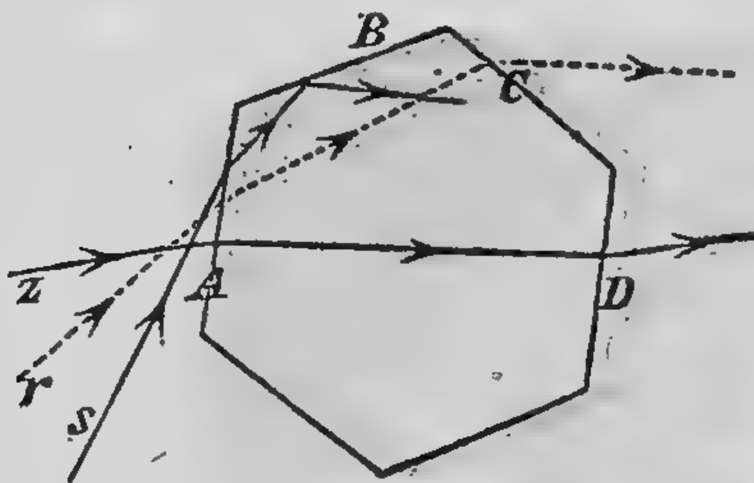
Весьма рѣдко наблюдаются разомъ всѣ круги и дуги—чаще являются тѣ или другіе, или части ихъ. Наконецъ, горизонтъ можетъ закрыть часть явленія, какъ это показано на фигурѣ. Самое обыкновенное явленіе—одинъ ближайшій къ свѣтилу кругъ *ACA'C'*, рѣже—два цвѣтные круга, около луны, когда между этимъ свѣтиломъ и глазомъ находятся легкія перистыя облака. Въ морозные дни, при закатѣ солнца нерѣдко можно видѣть по обѣ стороны свѣтила столбы, которые составляютъ часть цвѣтныхъ круговъ. У поселянъ они извѣстны подъ именемъ морозныхъ столбовъ.

Всѣ эти явленія удовлетворительно объясняются преломленіемъ и отраженіемъ свѣта въ ледяныхъ кристалликахъ [1]), которыми нерѣдко наполненъ воздухъ, отъ чего прозрачность его дѣлается менѣе обыкновенной.

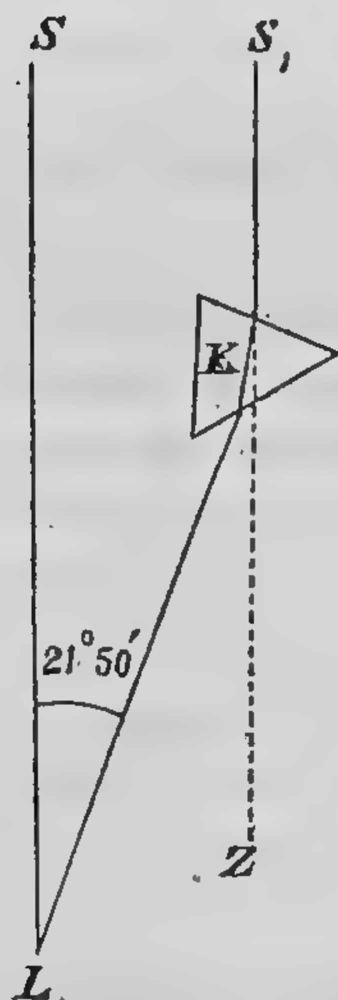
---

1) Греч. χρυσταλλος прозрачный камень.

Эти кристаллы льда имѣютъ видъ шестигранныхъ призмъ; на фиг. 104 представлено сѣченiе $ABCD$, перпендикулярное къ ребрамъ. Если свѣтъ падаетъ на одну изъ граней A, то не можетъ выйти изъ кристалла чрезъ смежную грань, напр. B, потому что уголъ паденiя луча s на эту грань будетъ болѣе угла предѣла полнаго внутренняго отраженiя. Если лучъ z идетъ чрезъ противоположныя грани A и D, то онъ не преломляется. Несмежныя грани, черезъ одну, какъ напр. A и C, образуютъ уголъ въ 60^0. Поэтому многiе лучи, вступающiе въ ледяную шестигранную призму чрезъ грань A, могутъ выйти чрезъ C, подобно лучу r, обозначенному на фигурѣ пунктиромъ. Такiе лучи преломляются, какъ будто-бы они проходили чрезъ трехгранную оптическую призму въ 60^0, отклоняясь къ ея основанiю и разлагаясь на цвѣта. Показатель преломленiя льда извѣстенъ и равняется для красныхъ лучей 1,307, а для фiолетовыхъ 1,317. Отсюда можно вычислить углы отклоненiя лучей того и другого цвѣта.



Фиг. 104.



Фиг. 105.

Большая часть лучей, выходящихъ изъ кристалла, придутъ въ глазъ наблюдателя разсѣянными и не произведутъ достаточно сильнаго впечатлѣнiя; вычисленiе показываетъ, что будутъ и лучи дѣятельные, которые вступятъ въ кристаллъ и достигнутъ глаза параллельными. Этимъ свойствомъ будутъ обладать лучи, которые отклонены кристалломъ отъ первоначальнаго направленiя на $21^0 50'$. Пусть S (фиг. 105) изображаетъ лучъ отъ нѣкоторой точки свѣтила; S_1 — другой лучъ, параллельный первому, спускаемый тою же точкою и падающiй на трехгранную ледяную призму K и въ 60^0, L — глазъ наблюдателя. Направленiе дѣятельныхъ лучей KL составляетъ съ направленiемъ луча S_1Z уголъ LKZ, равный по предыдущему, $21^0 50'$

и равный также углу SLK. Вообразимъ конусъ, котораго вершина L въ глазѣ наблюдателя, ось LS соединяетъ глазъ съ свѣтиломъ, а производящая линія LK образуетъ съ осью уголъ $21^0 50'$. Представимъ себѣ множество кристалловъ по поверхности этого конуса и имѣющихъ всевозможное относительное положеніе. Между ними будутъ такіе, которые дадутъ дѣятельные лучи, и глазъ увидитъ первый радужный кругъ, окаймляющій свѣтило,—радужный потому, что уголъ KLS для разныхъ цвѣтныхъ лучей неодинаковъ; онъ возрастаетъ съ увеличеніемъ показателя преломленія.

Происхожденіе второго круга объясняется преломленіемъ свѣта въ двухгранныхъ углахъ, образуемыхъ основаніями призмъ кристалловъ съ боковыми гранями; здѣсь преломляющій уголъ равенъ 90^0, и отклоненіе дѣятельныхъ лучей равно $45^0 45'$, т. е. около 46^0, какъ въ дѣйствительности наблюдается.

Призмы ледяныхъ кристалловъ могутъ быть двухъ родовъ: 1) длинныя тонкія и 2) короткія пластинчатыя. Тѣла падаютъ въ воздухѣ въ такомъ положеніи, въ которомъ они встрѣчаютъ наименьшее сопротивленіе. Поэтому при паденіи кристалловъ перваго рода оси ихъ, по большей части, вертикальны или близки къ этому направленію; у вторыхъ—въ томъ же случаѣ горизонтальны. Горизонтальный бѣлый кругъ происходитъ отъ отраженія свѣта въ боковыхъ граняхъ тонкихъ кристалловъ, вертикальный кругъ—отъ отраженія въ боковыхъ граняхъ пластинчатыхъ кристалловъ.

Что касается цвѣтныхъ дугъ dDd, aCa (фиг. 103) и проч., то происхожденіе ихъ также объясняется удовлетворительно.

XIX.

Суша.

46. Большая часть земной поверхности покрыта водою, такъ что суша занимаетъ только около $^1/_4$ всей ея величины [1]).

Суша не представляетъ непрерывной поверхности, но раздѣлена на многія части водами океановъ [2]) и морей. Большія части ея называются *материками*, малыя—*островами*.

---

1) Точное отношеніе равно 2,759 : 1.

2) Греч. Ὠκεανός — Океанъ, по Гомеру рѣка, текущая вокругъ земли.

Материковъ считается пять: старый свѣтъ, въ которомъ находятся Европа, Азія и Африка, новый свѣтъ—Америка, Австралія и южный полярный материкъ.

Наибольшее скопленіе суши замѣчается въ сѣверномъ полушаріи.

Узкая полоса земли, соединяющая двѣ большія части суши, называется *перешейкомъ*.

Болѣе или менѣе значительная часть материка, выдающаяся въ море, называется *полуостровомъ*.

Очертаніе суши чрезвычайно разнообразно, въ то время какъ южныя части материковъ Африки, Азіи и Америки оканчиваются конусообразно, ихъ сѣверныя части безформенны и расплюснуты во всю ширину своего полушарія; такое явленіе происходитъ потому собственно, что земля наша есть планета солнечной системы, которая вся, въ цѣломъ своемъ составѣ, движется противъ міроваго теченія, а такъ какъ земля противъ этого теченія идетъ своимъ южнымъ полюсомъ, а стало быть и южнымъ полушаріемъ, то въ немъ и выработались эти конусообразныя формы материковъ, какъ наиболѣе удобныя для разрѣзанія своего воздуха, который надавливаясь міровымъ теченіемъ, скользитъ по поверхности земли, производя подъ уклонами материковъ всевозможнаго рода вѣтры, столь необходимые для земной жизни людей и животныхъ и еще болѣе необходимые, для направленія морскихъ теченій. Нѣкоторыя части материковъ изрѣзаны глубоко вдающимися морями и заливами и, слѣдовательно, представляютъ весьма длинную береговую линію. Самымъ большимъ отношеніемъ береговой линіи къ площади материка обладаетъ Европа, наименьшимъ—Африка. Такому расчлененному виду Европа, между прочимъ, обязана высокимъ образованіемъ и благосостояніемъ ея народовъ, потому что водные пути и до сихъ поръ гораздо выгоднѣе и удобнѣе сухопутныхъ, а въ древнія времена они были почти единственные.

Поверхность или рельефъ суши, подобно береговой линіи, представляетъ чрезвычайное разнообразіе. Большія части суши, ровныя или имѣющія незначительныя возвышенія, называются *равнинами*. *Низменность* есть равнина, лежащая на уровнѣ океана или мало надъ нимъ возвышающаяся. Такова Голландія. Нѣкоторыя низменности лежатъ ниже уровня океана, какъ окрестно-

сти Каспійскаго и Мертваго морей. Равнины высокія называются *сплошными возвышенностями* или *плоскогоріями*, такова Валдайская сплошная возвышенность. Тибетская, Квито. Рядъ сплошныхъ возвышенностей, расположенныхъ одна надъ другою, на подобіе большой лѣстницы, называется *террасою* [1]); примѣромъ можетъ служить Испанія.

Страна, которой поверхность представляетъ значительныя неровности, называется *гористою*, а находящіяся на ней возвышенія—*горами*. Расположеніе возвышенностей по земной поверхности не слѣдуетъ какому-либо закону. Иногда возвышенности стоятъ отдѣльно, другія тянутся длинною цѣпью, нерѣдко нѣсколькими параллельными цѣпями или *хребтами*, какъ наприм., Анды, Кордильеры. Отъ главныхъ хребтовъ тянутся обыкновенно перпендикулярно къ нимъ *отроги*. Пространства земли между главными цѣпями называются *главными* или *продольными*, а между отрогами—*побочными долинами*. Отъ таянія снѣговъ въ горахъ и отъ дождей каждая долина орошается болѣе или менѣе значительнымъ потокомъ, который, по причинѣ большого наклона своего русла, всегда имѣетъ быстрое теченіе. Нерѣдко долина суживается между высокими отвѣсными стѣнами горъ и называется тогда *ущельемъ*. Высочайшая точка земного шара находится на Гималайскомъ хребтѣ въ Тибетѣ; это гора Гауризанкаръ, высота которой равна 8840 метровъ.

Вершины высочайшихъ горъ не доступны человѣку, какъ по своей крутизнѣ, такъ и потому, что человѣкъ и животныя не могутъ вынести весьма разрѣженнаго воздуха. Самая высокая обитаемая точка на земномъ шарѣ есть монастырь Гангль въ Тибетѣ, лежащій на высотѣ почти 4600 м. надъ уровнемъ моря.

Средняя высота суши 0,7 килом., т. е., если бы разрушить всѣ горы и засыпать низменности, чтобы образовалась равнина, то материки возвышались бы на 0,7 килом. надъ уровнемъ океана.

47. **Температура внутреннихъ слоевъ земли.**—Изъ многихъ наблюденій оказалось, что моменты наибольшей и наименьшей температуры внутри земли наступаютъ позднѣе, чѣмъ на по-

---

1) Terracea (отъ лат. terra—земля)—уступъ.

верхности ея. Разность между обѣими температурами уменьшается по мѣрѣ углубленія. Это легко объяснить худою теплопроводностью тѣхъ органическихъ веществъ и горныхъ породъ, изъ которыхъ состоитъ изслѣдованный наружный слой земного шара. Поверхностный слой, нагрѣваемый непосредственно лучами солнца, задерживаетъ одну часть принятой теплоты, другую передаетъ слою ниже лежащему; этотъ послѣдній также задерживаетъ часть тепла, а остатокъ передаетъ ниже и т. д. По причинѣ худой теплопроводности, эта передача совершается довольно медленно. Отсюда ясно: чѣмъ ниже слой земли, тѣмъ меньше наибольшая температура, до которой онъ можетъ достигнуть; моментъ наибольшей температуры долженъ быть тѣмъ позднѣе, чѣмъ слой глубже. При охлажденіи земной поверхности теплота идетъ по обратному направленію, изнутри, но большая часть ея поглощается ниже лежащими слоями, такъ что до поверхности земли ея доходитъ весьма мало. Такимъ образомъ, при углубленіи во внутренность земного шара наименьшая температура должна увеличиваться, а наибольшая—уменьшаться, моменты же ихъ наступленія—запаздывать. Можно принять, что на глубинѣ 6—8 метровъ порядокъ временъ года обратный: наименьшая температура бываетъ лѣтомъ, а наибольшая—зимою.

На нѣкоторой глубинѣ, температура въ теченіе года не измѣняется. Поверхность, проведенная чрезъ всѣ точки внутри земли, обладающія такимъ свойствомъ, называется *слоемъ постоянной температуры*. Выше этой поверхности, температура въ продолженіе года измѣняется, ниже остается постоянною. Глубина упомянутой поверхности въ разныхъ мѣстностяхъ неодинакова: чѣмъ больше разность между наибольшею и наименьшчю температурой воздуха, и чѣмъ лучше теплопроводность почвы, тѣмъ эта поверхность лежитъ ниже. Температура слоя постоянной температуры мало отличается отъ средней температуры мѣста. Такъ какъ послѣдняя въ Якутскѣ ниже 0^0, то на нѣкоторой глубинѣ почва круглый годъ мерзлая, и вода находится въ состояніи льда; слой мерзлой земли имѣетъ 116 метр. толщины и лѣтомъ оттаиваетъ только на 91 сантим.

При углубленіи во внутренность земли, ниже слоя постоянной температуры, температура возрастаетъ, оставаясь, впрочемъ, въ каждомъ слоѣ въ теченіе года постоянною, какова бы ни

была температура на земной поверхности. Наибольшую температуру 56^0,6 Ц. нашли въ Шладебахѣ около Лейпцига на глубинѣ 1750 метровъ отъ поверхности земли, но на 1650 метровъ ниже уровня моря. Изъ всѣхъ наблюденій выходитъ, что *при углубленіи въ землю, среднимъ числомъ на 30 метровъ, температура возвышается на 1^0 по Цельзію.* Если этотъ законъ справедливъ для всякой глубины, то слой земли, отстоящій отъ поверхности на 90 килом., долженъ имѣть 3000^0 — температура, при которой всѣ извѣстныя вещества находятся либо въ жидкомъ, либо въ газообразномъ состояніяхъ. Изъ предыдущаго можно вывести, что температура внутреннихъ слоевъ земли весьма велика.

48. **Снѣжная линія.** — На горахъ, выше нѣкотораго предѣла, атмосферическая вода преимущественно падаетъ въ видѣ снѣга, который потомъ частію или весь истаиваетъ. Чѣмъ мѣсто лежитъ выше, тѣмъ ниже температура, и тѣмъ менѣе истаиваетъ снѣга. Если въ продолженіе года падаетъ снѣга болѣе, чѣмъ таетъ, то на поверхности горы, выше извѣстной линіи, снѣгъ никогда не исчезаетъ. Нижняя грачица постояннаго снѣга называется *снѣжною линіею*; здѣсь количества падающаго и тающаго снѣга въ теченіе года одинаковы. Выше этой линіи лежатъ страны вѣчнаго снѣга, на которыхъ снѣга выпадаетъ болѣе, нежели истаиваетъ.

Снѣжная линія не есть линія опредѣленная; она подымается и опускается въ зависимости отъ разныхъ условій. Если увеличивается количество падающаго снѣга, или понижается температура, то снѣжная линія спускается и достигаетъ въ умѣренныхъ поясахъ глубокихъ долинъ. Напротивъ, съ наступленіемъ теплаго времени, или при маломъ количествѣ падающаго снѣга снѣжная линія подымается. Такъ, въ жаркомъ поясѣ, по причинѣ высокой температуры, снѣговая линія вообще имѣетъ самое высокое положеніе—около 5000 метр.; по мѣрѣ приближенія къ полюсамъ, она понижается. Средняя высота снѣжной линіи на южныхъ склонахъ швейцарскихъ горъ, по причинѣ теплыхъ и сухихъ африканскихъ вѣтровъ, находится выше, чѣмъ на сѣверныхъ. По западнымъ склонамъ Скандинавскихъ горъ выпадаетъ большое количество снѣга, приносимаго влажными западными вѣтрами, и высота снѣжной линіи меньше, чѣмъ на восточныхъ.

15

Въ Гималаѣ, на южномъ склонѣ, страна вѣчнаго снѣга спускается ниже, нежели на сѣверномъ. Причины того — влажный юго-западный вѣтеръ, осаждающій на южномъ склонѣ большое количество пара. Покатость горъ также оказываетъ вліяніе на снѣжную линію: чѣмъ круче гора, тѣмъ легче снѣгъ скатывается въ долины, и высота снѣжной линіи болѣе. Въ горахъ снѣга выпадаетъ болѣе, чѣмъ въ низменностяхъ; на Альпахъ, наприм., въ теченіе года выпадаетъ слой снѣга въ 10 метровъ толщины.

Выше снѣжной линіи количество снѣга годъ отъ года должно бы безгранично увеличиваться: *лавины* и *глетчеры* дѣлаютъ это количество почти постояннымъ.

49. **Лавины и глетчеры**.—Снѣговыя массы скопляются въ горахъ въ весьма разнообразныхъ формахъ, образуя холмы, нависшіе своды, слабо укрѣпленные своими основаніями на голыхъ скалахъ, и проч. По причинѣ слабой опоры, при вѣтрахъ и даже отъ сильнаго звука, массы снѣга срываются, или скользятъ по склонамъ горъ и низвергаются съ возрастающей скоростію въ долины, увлекая за собою другія массы снѣга, деревья и камни, уничтожая лѣса и разрушая жилища; падающія съ горъ снѣжныя массы называются *лавинами*. Лавины бываютъ такъ велики, что засыпаютъ цѣлыя деревни, запруживаютъ горныя рѣки и служатъ нерѣдко причиною наводненія; по причинѣ ихъ большой скорости, воздухъ приходитъ въ движеніе; возникаютъ вихри, которые увеличиваютъ опустошительное дѣйствіе лавинъ. Въ Швейцаріи есть долины, потому только необитаемыя, что часто посѣщаются лавинами.

Извѣстно, что при увеличеніи давленія точка плавленія льда понижается. Поэтому въ нижнихъ слояхъ вѣчнаго снѣга, испытывающихъ громадное давленіе сверху, ледяные кристаллики, изъ которыхъ состоятъ снѣжинки, въ точкахъ соприкосновенія плавятся; освобождающаяся вода наполняетъ промежутки между кристалликами и, не испытывая давленія или сравнительно слабое, снова замерзаетъ. Такимъ образомъ, нижніе слои вѣчнаго снѣга, покрывающаго высокія горы, переходятъ въ сплошной ледъ, но на поверхности снѣгъ не измѣняетъ своего вида.

Спускаясь съ вершины горы, мы замѣчаемъ, что снѣгъ постепенно принимаетъ крупно-зернистое сложеніе и называется тогда *фирномъ*. Это происходитъ вслѣдствіе поперемѣннаго таянія и

замерзанія при переходѣ отъ дневного жара къ ночной стужѣ; совершенно то же самое мы видимъ весною на нашихъ поляхъ. когда снѣгъ отъ дѣйствія солнечныхъ лучей постепенно принимаетъ видъ крупныхъ ледяныхъ зеренъ. Ниже странъ фирна освобождающаяся днемъ вода наполняетъ промежутки между зернами, а къ ночи замерзаетъ, и, наконецъ, весь снѣгъ превращается въ ледъ. Вся эта масса льда и снѣга медленно сползаетъ съ горъ въ долины и ущелья, гдѣ также не перестаетъ двигаться, и спускается нерѣдко ниже линіи вѣчнаго снѣга.

Эти медленно движущіяся ледяныя массы называются *ледниками* или *глетчерами*. Встрѣчая при своемъ движеніи въ руслѣ долины неровности, изгибы, измѣняющееся паденіе, ледъ растрескивается, но отъ продолжающагося давленія льдины въ точкахъ соприкосновенія снова спаиваются, такъ что глетчеръ всегда сохраняетъ форму долины. Фиг. 106 представляетъ вертикальный разрѣзъ ледника $ACCB$ и его русла MN. Если въ CC есть паденіе, то являются вертикальныя трещины; затѣмъ, когда паденіе уменьшается (B), эти трещины на поверхности изсчезаютъ. Равнымъ образомъ трещины являются по бокамъ ледника, гдѣ берега его представляютъ вогнутость, и потомъ закрываются на выпуклыхъ частяхъ береговъ. Мѣста спаекъ остаются явственными. Поперемѣнныя растрескиванія и спаиванія даютъ леднику весьма неправильный видъ, напоминающій море во время сильнаго волненія; Mer des Glaces—одинъ изъ ледниковъ, спускающихся съ Монблана, имѣетъ именно такой видъ.

Фиг. 106.

Эти неровности еще болѣе увеличиваются отъ неравномѣрнаго дѣйствія солнца на разныя части ледника, потому что въ тѣхъ точкахъ, гдѣ уголъ, составленный его поверхностью съ солнечными лучами, ближе къ 90^0, таяніе льда совершается скорѣе; чѣмъ косѣе падаютъ лучи, тѣмъ дѣйствіе ихъ слабѣе. Съ окру-

жающихъ горъ на ледникъ сваливаются мелкіе и крупные камни. Мелкіе камни и щебень сильнѣе нагрѣваются со стороны солнца чѣмъ поверхность глетчера. Отъ этого подъ ними быстро таетъ ледъ, и получаются болѣе или менѣе глубокія ямы, называемыя *колодцами* и наполненные водою. Чрезъ большой камень теплота солнца до льда не проникаетъ; поэтому на поверхности ледника получается такъ называемый *глетчерный столъ*, который состоитъ изъ высокаго ледяного столба, покрытаго каменною глыбой. Когда ледъ подтаетъ, камень сваливается и, спустя нѣкоторое время, даетъ новый ледяной столбъ и т. д. Крутыя покатости, глубокія и широкія трещины, колодцы, быстрые потоки дѣлаютъ переходъ черезъ ледники весьма опаснымъ, а иногда даже невозможнымъ.

Скорость движенія глетчеровъ весьма различна и измѣняется отъ 60 до 240 метровъ въ годъ. Подобно рѣкамъ, въ верхнихъ частяхъ своихъ онъ движется скорѣе, чѣмъ въ нижнихъ, въ срединѣ быстрѣе, чѣмъ по берегамъ; точно также на поверхности скорость больше, чѣмъ у русла, въ узкихъ мѣстахъ болѣе, чѣмъ въ широкихъ.

Ледники достигаютъ огромныхъ размѣровъ; Алетчъ—глетчеръ въ Швейцаріи имѣетъ 23 килом. въ длину, при средней ширинѣ болѣе $^1/_2$ килом. и глубинѣ до 180 метровъ. Ледники на Каракорумѣ и Гималаѣ обладаютъ еще большими размѣрами, но самое большое развитіе они имѣютъ въ полярныхъ странахъ (Гренландіи, Шпицбергенѣ). Здѣсь они нерѣдко спускаются до уровня океана, а иногда простираются по дну моря.

Массы камней и щебня, которыми усѣяна поверхность ледника, постепенно спускается къ его подножію, гдѣ накопляются высокія гряды, называемыя *моренами*. Здѣсь количество истаивающаго льда равно количеству льда, спускающагося съ горы; съ увеличеніемъ количества снѣга, выпадающаго въ горахъ и на глетчеръ, и съ пониженіемъ температуры нижняя граница послѣдняго подвигается впередъ, уничтожая все встрѣчающееся на пути; лѣса, строенія, даже отодвигая свою морену. При обратныхъ условіяхъ подножіе ледника отступаетъ въ гору. Отъ этого моренъ всегда бываетъ нѣсколько; онѣ указываютъ, что въ разные болѣе или менѣе продолжительные періоды времени глетчеръ спускался до разныхъ высотъ.

50. **Острова.**—Небольшія пространства суши, окруженныя со всѣхъ сторонъ водою, называются *островами.* Они бываютъ трехъ родовъ: *материковые, высокіе* или *вулканическіе* и *низменные* или *коралловые.*

Материковые острова лежатъ вблизи материка, имѣютъ обыкновенно тѣ же флору [1]) и фауну [2]), тѣ же горныя породы и вообще ничѣмъ существенно отъ него не отличаются. Таковы: Ирландія, Великобританія, Сицилія, Японскіе острова.

Необходимо принять, что въ отдаленныя геологическія эпохи они составляли часть материковъ и чрезъ пониженіе отдѣлились моремъ. Въ противоположность этому, нѣкоторые острова не имѣютъ ничего общаго съ прилежащими имъ материками. Такъ, Мадагаскаръ представляетъ особый міръ съ своими флорой и фауной, совершенно отличными отъ флоры и фауны Африки. Проливъ Макасарскій, между Борнео и Целебесомъ, раздѣляетъ два материка: азіатскій и австралійскій. Съ одной стороны его образовались острова: Борнео, Суматра, Ява, съ другой—Австралія съ окружающими ее островами. Флора и фауна обоихъ материковъ, несмотря на небольшую ширину упомянутаго пролива, были и остались различны. Столь же рѣзко различаются Большіе Антильскіе острова отъ материка Америки.

Высокіе или *вулканическіе* острова суть горы, поднимающіеся со дна моря; вулканическія силы подняли части морского дна надъ уровнемъ моря. Главнымъ образомъ они встрѣчаются въ Индійскомъ океанѣ. Таковы острова Канарскіе, Святой Елены въ Атлантическомъ океанѣ.

Низменные острова находятся только въ тропическихъ странахъ Великаго и Индійскаго океановъ. Они бываютъ трехъ видовъ: *окаймляющіе* или *береговые* рифы, идущіе параллельно береговой линіи; *баррьерные рифы,* отдѣленные отъ берега полосой воды и крайне опасные для кораблей; наконецъ, *лагунные* [3]) *рифы* или *атоллы* [4]). Послѣдніе, обыкновенно, едва возвышаются надъ поверхностью моря (до 3 метровъ). Они имѣютъ видъ круг-

---

[1]) Лат, Flora—богиня цвѣтовъ; растительное царство.

[2]) Лат. Fauna—супруга лѣсного бога—Faunus, животное царство.

[3]) Лагуна, итал. отъ лат. lacus—озеро.

[4]) Атоллъ. можетъ быть, отъ лат. attollo—поднимаю.

лаго или эллиптическаго кольца, которымъ окаймляется озеро, называемое *лагуною* и соединяющееся съ моремъ однимъ или нѣсколькими проливами. Ширина кольца рѣдко превышаетъ одинъ килом., но бываетъ значительно менѣе, а діаметръ отъ 1 до 280 килом. На небольшомъ разстояніи отъ острова, море чрезвычайно глубоко, но въ лагунѣ обыкновенно не болѣе 65 мет. Атоллы иногда покрыты роскошною растительностью, и многіе изъ нихъ обитаемы. Коралловые атоллы многочисленны: архипелагъ Помоту (80 атолловъ, недалеко отъ архипелага Товарищества), острова Каролинскіе, Малдивскіе, Лакедивскіе и пр.

Примѣры окаймляющихъ рифовъ представляютъ Сандвичевы острова, поднимающіеся на 6 метровъ выше уровня моря.

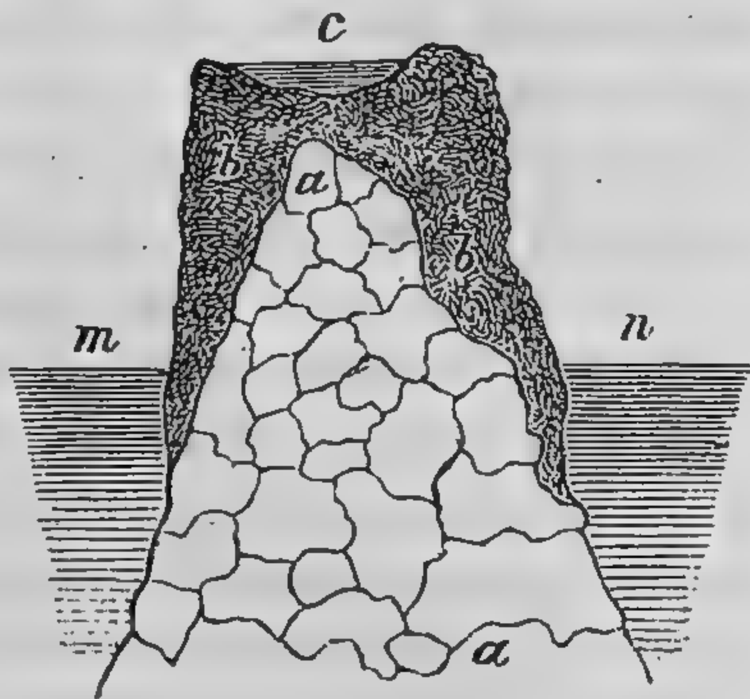
Нѣкоторые атоллы имѣютъ на лагунѣ одинъ или нѣсколько высокихъ островoвъ. Островъ Таити представляетъ хорошій тому примѣръ; онъ подымается изъ моря въ видѣ группы высокихъ горъ до 2100 метровъ высоты и въ недальнемъ разстояніи окруженъ коралловою плотиной.

Происхожденіе атолловъ объясняется слѣдующимъ образомъ. Въ тропическихъ моряхъ существуютъ въ огромномъ количествѣ зоофиты (греч. ζῷον животное и φυτόν отъ φύω растеніе), т. е., животно-растенія, называемыя *каралловыми полипами* [1]), они покрыты твердою скорлупою, состоящею изъ углеизвестковой соли, живутъ обществами, прицѣпляясь къ скалѣ, и тутъ же умираютъ. Рождающіяся животныя прикрѣпляются къ старымъ скорлупкамъ, и масса коралловъ мало-по-мало разростается. Изслѣдуя атоллъ, можно убѣдиться, что онъ состоитъ изъ твердыхъ оболочекъ полиповъ; на нѣкоторой глубинѣ эти существа еще живутъ и продолжаютъ размножаться, но вблизи уровня моря и на большихъ глубинахъ (болѣе 30 метровъ) они мертвы. Отсюда выходитъ весьма вѣроятное заключеніе, что атоллы построены коралловыми полипами. Но для полнаго объясненія надо допустить, что нѣсколько разъ море медленно поднималось и опускалось.

Представимъ себѣ островъ *aa* (фиг. 107), и пусть по окружности его, ниже уровня моря *mn*, расположились полипы. Такъ какъ эти животныя могутъ жить только на нѣкоторой глубинѣ,

[1]) Греч. χοράλλιον: πολύπυς многоногій.

то и будутъ распространяться по горизонтальному направленію. Допустимъ, что островъ вслѣдствіе пониженія дна моря начинаетъ постепенно погружаться въ воду; тогда полипы станутъ возводить свои постройки вверхъ. Затѣмъ, пусть дно моря начало подниматься. Если островъ былъ весь погруженъ въ воду, то при выходѣ его наружу явится атоллъ *bb*. Впадина *c* лагуны объясняется тѣмъ, что полипы, жившіе на внѣшней сторонѣ острова, получали болѣе пищи, приносимой имъ морскою водою, и потому быстрѣе размножались, чѣмъ тѣ животныя, которыя жили внутри.—Если при поднятіи островъ не достигъ поверхности моря, то получается коралловый рифъ. Такіе рифы идутъ вдоль СВ берега Австраліи въ разстояніи отъ 26 до 92 килом. на протяженіи 300 килом.—Если, наконецъ, островъ погрузился не весь въ море, то при поднятіи его долженъ образоваться атоллъ съ однимъ или нѣсколькими островами на лагунѣ.



Фиг. 107.

XX.

Вода.

51. Вода встрѣчается на земномъ шарѣ въ *двухъ* различныхъ видахъ: 1) воды океановъ и сообщенныхъ съ ними морей и заливовъ; 2) вода материковъ въ видѣ источниковъ, рѣкъ и озеръ. Первыя имѣютъ въ растворѣ много постороннихъ солей, вторая, напротивъ—обыкновенно весьма мало и называется прѣсною.

52. **Морская вода.** — Морская вода имѣетъ горько-соленый вкусъ отъ растворенныхъ въ ней поваренной соли (хлористый натрій) и магніевыхъ солей. Въ 1000 частяхъ по объему морской воды приходится обыкновенно: поваренной соли 26,862,

---

[1]) $Ca\,SO_4\,2H_2O$.

хлористой магнезіи 3,239, сѣрнокислой магнезіи (горькой соли) 2,196, гипса [1]) 1,350, хлористаго калія 0,582, разныхъ примѣсей 0,071, чистой воды (H_2O) 965,7. Чтобы употреблять ее для питья, необходимо удалить изъ нея соли помощью фильтрованія [1]) или дестиллированія [2]).

Соляность моря не одинакова въ различныхъ моряхъ. Въ среднемъ выводѣ ее принимаютъ равною отъ 3,4% до 3,5%, т. е. на сто частей воды приходится отъ 3,4 до 3,5 частей соли. Даже въ разныхъ мѣстахъ одного и того же океана она различна. Въ странахъ нижнихъ пассатовъ, между тропиками, по причинѣ сильнаго испаренія соляность моря доходитъ до 4½%; въ умѣренныхъ поясахъ Атлантическаго океана она бываетъ только 3%. Во внутреннихъ моряхъ, сообщенныхъ съ океанами узкими проливами, соляность можетъ сильно отличаться отъ соляности океана. Если количество воды, выпадающей изъ атмосферы и приносимой рѣками, болѣе испаряющейся съ поверхности моря, то разсолъ разбавляется. Въ такомъ состояніи находится море Балтійское, гдѣ соляность равна 1%, а въ нѣкоторыхъ частяхъ даже менѣе ½%. Сюда же относится море Черное, соляность котораго однакоже болѣе соляности Балтійскаго. Въ другихъ моряхъ количество прибывающей воды черезъ рѣки и изъ атмосферы менѣе испареній; убыль вознаграждается притокомъ изъ океановъ, и соляность этихъ морей болѣе обыкновенной. Таковы моря Средиземное и Чермное. Соляность послѣдняго на сѣверѣ доходитъ до 4⅓%. Причина того — жаркіе и сухіе вѣтры пустынь, быстро испаряющіе воду, убыль которой ничѣмъ не вознаграждается, потому что водяные метеоры здѣсь чрезвычайно рѣдки, и Чермное море не принимаетъ ни одной большой рѣки. Вычислено, что это море высохло бы въ 60 лѣтъ, еслибы преградить проливъ Бабъ-эль-Мандебъ, чрезъ который воды Индійскаго океана текутъ въ Чермное море. Океаны южнаго полушарія солонѣе сѣвернаго, потому что съ первыхъ испаряется воды болѣе, чѣмъ со вторыхъ, а падаетъ ея изъ атмосферы менѣе.

---

[1]) См. К. Д. Краевича, Учебникъ Физики. Изд. XIII, 1896, стр. 18—19.

[2]) Лат. de-stillare (отъ stilla — капля) — капать; нагрѣваніемъ превратить жидкость въ паръ и охлажденіемъ снова въ капельно жидкое состояніе.

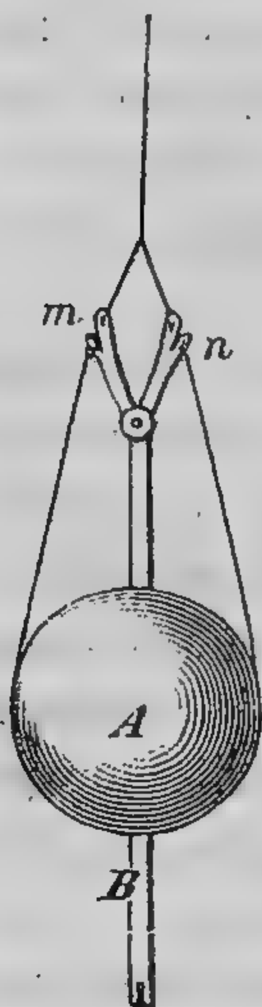
53. **Цвѣтъ** морской воды обыкновенно *зеленый* или *синій*, но онъ много зависитъ отъ цвѣта неба, облаковъ и спокойнаго или бурнаго состоянія моря. Особенный цвѣтъ нѣкоторыхъ морей происходитъ отъ примѣси къ водѣ животныхъ, растеній или органическихъ остатковъ. Такъ, Желтое море получило свое названіе отъ желтаго цвѣта своей воды, причина котораго— илъ, наносимый Желтою и другими рѣками; красный цвѣтъ Краснаго моря происходитъ отъ коралловъ; и проч.

Морская вода на поверхности часто на большихъ пространствахъ въ ночное время свѣтится, что особенно замѣтно на бороздахъ, оставляемыхъ кораблемъ, на гребняхъ волнъ. Это явленіе называется *свѣченіемъ моря* и преимущественно наблюдается въ тропическихъ странахъ. Оно объясняется слѣдующимъ образомъ: у многочисленныхъ низшихъ морскихъ животныхъ (червей, морскихъ звѣздъ, медузъ, полиповъ, собственно свѣтящихся инфузорій) всякое внѣшнее раздраженіе ихъ тѣла вызываетъ *фосфоресценцію*.

54. **Прозрачность** морской воды весьма различна. Чѣмъ менѣе въ ней органическихъ примѣсей, тѣмъ она прозрачнѣе. Въ Мексиканскомъ заливѣ, на глубинѣ 18 метр., видны дно и произрастающія на немъ водоросли. Вообще же, въ моряхъ холодныхъ странъ вода прозрачнѣе, чѣмъ въ теплыхъ; у Новой Земли на глубинѣ 152 метр. можно видѣть раковины.

55. **Глубина** моря измѣряется помощію *лота*, который состоитъ изъ тяжелаго тѣла, напр. ядра, опускаемаго на тонкой веревкѣ до тѣхъ поръ, пока оно не ударится о дно; тогда валъ, на который намотана веревка, долженъ остановиться. Такъ, по крайней мѣрѣ, можно поступать, если глубина невелика. При большихъ глубинахъ, послѣ остановки ядра веревка продолжаетъ разматываться вслѣдствіе теченій, заставляющихъ веревку изгибаться; наконецъ, самый вѣсъ веревки при большой длинѣ можетъ сдѣлаться великъ. Снарядъ, изобрѣтенный американскимъ морскимъ офицеромъ Брукомъ, даетъ возможность убѣдиться, что ядро достигло дна. Онъ состоитъ изъ просверленнаго ядра A (фиг. 108), чрезъ которое пропущенъ стержень B, висящій на рычагахъ m и n, прикрѣпленныхъ къ веревкѣ; ядро поддерживается посредствомъ двухъ веревокъ, зацѣпленныхъ за крючки этихъ рычаговъ m и n. Низъ стержня имѣетъ полость и смазанъ

саломъ. Стержень B, достигнувъ дна моря, остановится, веревки ослабнутъ, а ядро, продолжая двигаться, повернетъ рычаги m и n; веревки, поддерживающія ядро, соскочатъ съ крючковъ, и оно упадетъ на дно. Почва морского дна прилипаетъ въ углубленіи стержня B, и такимъ образомъ наблюдатель можетъ удостовѣриться, что съ одной стороны приборъ достигъ дна, съ другой — имѣетъ возможность изслѣдовать вещества, покрывающія дно. *Другой* способъ измѣренія морской глубины основанъ *на опредѣленіи давленія воды.* Какъ анероидъ или пружинный барометръ измѣряетъ давленіе атмосферы, такъ измѣненіе объема упругой пластинки опредѣляетъ давленіе на нее воды въ данномъ мѣстѣ моря. *Давленіе воды увеличивается вмѣстѣ съ глубиной, приблизительно, на одну атмосферу* (1033 грам. на 1 кв. сантим.) *черезъ 10 метровъ*).



Фиг. 108.

Такимъ образомъ нашли;

Южная часть Вел. ок.	30°28′	ю. ш.	176°39′	з. д.	отъ Гринвича	9427 м.
Сѣверн. „ „ „	44°55′	с. ш.	152°26′	в. д.	„ „	8513 „
Сѣверн. „ Атл. „	19°39′	с. ш.	66°26′	з. д.	„ „	8341 „
Южная „ „ „	0°11′	ю. ш.	18°51′	з. д.	„ „	7370 „
Индійскій „	9°18′	ю. ш.	105°28′	в. д.	„ „	5852 „

Наибольшая извѣстная глубина моря (9427 м.) только на 587 м. отличается отъ наибольшей высоты горы (Гауризанкаръ, 8840 м.). Въ Атлантическомъ океанѣ замѣчательно совершенно плоское пространство между Ирландіей и Сѣв. Америкой, на которомъ проложенъ кабель подводнаго телеграфа.

По протяженію и глубинѣ океановъ и морей исчислено, что объемъ морской воды равенъ $\frac{1}{860}$ объема всего земного шара.

Среднюю глубину океановъ принимаютъ въ 3,8 килом., т. е., еслибъ уравнять морское дно, то поверхность воды возвышалась бы надъ дномъ на 3,8 килом. Объемъ суши, выдающейся надъ уровнемъ океановъ, въ 15 разъ менѣе объема воды во всѣхъ моряхъ и океанахъ.

56. **Температура** морской воды на поверхности различна; въ тропическихъ странахъ (0^0—40^0 ю. ш,) средняя температура моря 25^0 Ц., между 0—250 метрами около 20^0 Ц. Температура въ полярныхъ странахъ мало отличается отъ той температуры, при которой замерзаетъ морская вода. Температура моря въ теченіе сутокъ не измѣняется; даже въ продолженіе года колебанія ея въ тропическомъ поясѣ не болѣе 2^0, а въ умѣренныхъ странахъ—7^0. Отъ этого постоянства температуры прибрежныя страны отличаются морскимъ климатомъ.

Еще болѣе постоянна температура внутреннихъ слоевъ моря. Одно время даже принимали, что на нѣкоторой глубинѣ есть слой постоянной температуры, одинаковой для всѣхъ широтъ и равной 4^0; ниже этого слоя, до дна моря, вся масса воды имѣетъ одну и ту же температуру; выше, съ приближеніемъ къ поверхности океана, температура въ тропическомъ поясѣ увеличивается, въ полярномъ уменьшается. Новѣйшія изслѣдованія этого не подтверждаютъ. *Температура понижается отъ поверхности по направленію ко дну;* наименьшее паденіе температуры наблюдается между 700 и 1100 метрами глубины. Въ жаркомъ поясѣ температура на днѣ бываетъ ниже $+2^0$ Ц., за полярными же кругами вода близъ морского дна находится въ переохлажденномъ состояніи, т. е.,—до 3^0. Измѣренія температуры на большой глубинѣ весьма затруднительны; главная причина—недостаточная прочность термометровъ, не выдерживающихъ сильнаго давленія, которое на разстояніи только одного километра отъ уровня океана уже превышаетъ 100 атмосферъ.—Неглубокія моря доступнѣе. Такимъ образомъ, наприм., дознано, что въ среднихъ частяхъ Средиземнаго моря, ниже 500 метр., до дна температура постоянна, около 13^0 и остается такою въ теченіе всего года.

57. **Прѣсная** вода имѣетъ, какъ извѣстно, наибольшую плотность при 4^0 (Ц.). Если растворять въ водѣ минеральныя соли, температуры наибольшей плотности и замерзанія понижаются, и при томъ первая быстрѣе второй, такъ что при нѣкоторой густотѣ раствора воды утрачиваетъ упомянутое свойство, т. е. при охлажденіи до замерзанія она не перестаетъ сжиматься. Такимъ, именно, свойствомъ обладаетъ морская вода; къ этому надо присоединить, что замерзаетъ почти чистая вода, увлекая

весьма малое количество соли, такъ что разсолъ моря увеличивается, а ледъ, разстаявъ, даетъ слабый солоноватый растворъ. Вообще *плотность морской воды увеличивается до точки замерзанія.* Наибольшая плотность въ Атлантическомъ и Индійскомъ Океанахъ равна 1,0275, въ Великомъ океанѣ 1,0270; въ моряхъ плотность меньше.

Въ неглубокихъ моряхъ холодныхъ странъ вся вода до дна охлаждается зимою до замерзанія. При дальнѣйшемъ затѣмъ охлажденіи ледъ образуется не на поверхности, какъ въ прѣсной водѣ, а со дна; но такъ какъ онъ легче окружающей жидкости, то при достаточномъ его накопленіи, отрывается отъ дна и всплываетъ наверхъ, увлекая вмерзшія въ него водоросли и другіе предметы.

Среди полярныхъ океановъ вода замерзаетъ съ поверхности и нерѣдко на обширныхъ пространствахъ; это такъ называемыя *ледяныя поля,* которыхъ толщина достигаетъ 12 м. Бури ломаютъ ледъ, взгромождая льдины другъ на друга; обливаемыя волнами онѣ смерзаютъ и, наростая отъ замерзающей на нихъ воды, достигаютъ громадныхъ размѣровъ.

Ихъ легко смѣшать тогда съ ледяными горами или *эйсбергами* [1]), отъ которыхъ они отличаются, между прочимъ, тѣмъ, что ледъ ихъ солоноватъ, ледъ-же эйсберговъ состоитъ изъ прѣсной воды.

Эйсберги суть плавучія огромныя ледяныя массы, имѣющія иногда десятки килом. въ окружности и выдвигающіяся изъ моря на 55 м. Такъ какъ разность въ плотностяхъ льда и воды незначительна, то большая часть ледяныхъ горъ погружена въ морѣ, такъ что высота надводной части обыкновенно не превышаетъ $\frac{1}{11}$—$\frac{1}{16}$ подводной. Впрочемъ, если основаніе горы широко, а вершина остроконечна, то упомянутое отношеніе бываетъ больше и доходитъ до $^1/_9$. Если эйсбергъ имѣетъ фигуру прямоугольнаго параллелепипеда, то легко опредѣлить глубину погруженной части. Пусть грань, параллельная поверхности моря, имѣетъ площадь b; перпендикулярное къ ней ребро имѣетъ длину *a,* погруженная въ воду часть ребра *x,* такъ что надъ

---

[1]) Нѣм. Eis—ледъ, Berg—гора.

водой видна часть ($a-x$) ребра. По закону Архимеда всякое плавающее въ жидкости тѣло вытѣсняетъ столько жидкости, что ея вѣсъ равенъ его собственному вѣсу. Если 1,027 удѣльный вѣсъ морской воды и 0,917 удѣльный вѣсъ морского льда, то

$$1{,}027 : b \,.\, x = 0{,}917 : b \,.\, a; \text{ откуда } x = \frac{0{,}917}{1{,}027}\, a.$$

Эйсберги обязаны своимъ началомъ глетчерамъ полярныхъ странъ, спускающимся до моря; таковы Гренландія, Исландія, Шпицбергенъ и другія, покрытыя громадными ледниками. Если вода моря холодна, то подножіе глетчера подъ давленіемъ выше лежащихъ массъ льда сползаетъ по дну моря. Составляя одно цѣлое съ глетчеромъ, погруженная масса льда сопротивляется выталкивающей силѣ воды. Когда, наконецъ, льда накопится весьма много, то сцѣпленіе преодолѣвается, и подводная часть ледника вырывается на поверхность моря.

Если подножіе ледника омывается теплыми водами, то основаніе его обтаиваетъ, а верхняя часть, продолжая двигаться, нависаетъ надъ моремъ и, наконецъ, вслѣдствіе собственнаго вѣса отламывается и низвергается въ воду.

Ледяныя поля и горы дѣлаютъ арктическія страны недоступными для мореплаванія. — Льды уносятся моремъ въ теплыя страны и достигаютъ въ сѣверномъ полушаріи до 50^0 с. ш., а въ южномъ — до 40^0, это послѣднее обстоятельство, согласно съ другими явленіями, доказываетъ, что южное полушаріе холоднѣе сѣвернаго.

Въ природѣ существуютъ собственно только два вида движенія: *колебательное* и *поступательное*. Колебательное движеніе морской воды мы наблюдаемъ въ ея *волнахъ*. *Морскія теченія* приводятъ воду въ поступательное движеніе, т. е., частицы воды непрерывно переходятъ въ другія мѣста пространства.

Водяныя частицы, находящіяся въ колебательномъ или волнообразномъ движеніи, удаляются отъ своего положенія равновѣсія въ ту и другую сторону на малую величину. Путь каждой частицы есть такъ называемая *трохоида* [1]), т. е., кривая линія,

---

[1]) Греч. τροχο-ειδής—колесообразный (τρόχος—колесо отъ—τρέχω бѣгу).

которую описываетъ точка окружности круга, катящагося по выпуклой сторонѣ окружности другого круга. Морскія волны суть *поперечныя колебанія*, т. е. перпендикулярныя къ направленію распространенія движенія.

58. **Волны.**—Волненіе моря производится *вѣтромъ*, т. е. когда воздухъ имѣетъ горизонтальное движеніе. При этомъ атмосферное давленіе уменьшается и тѣмъ въ большей степени, чѣмъ болѣе скорость воздуха. Такъ какъ вѣтеръ дуетъ неравномѣрно, то въ двухъ близкихъ точкахъ морской поверхности давленіе атмосферы въ одно и то же мгновеніе будетъ различно. Отъ этого въ одномъ мѣстѣ вода опустится, въ другомъ повысится. На поднятую массу воды вѣтеръ производитъ болѣе или менѣе значительное давленіе, и равновѣсіе еще болѣе нарушается. Являются волны. Въ открытыхъ океанахъ наибольшая высота волны, считая отъ впадины до гребня, обыкновенно не болѣе 12 м., но наблюдалась высота 21 м. Волны тѣмъ выше, чѣмъ море глубже, и чѣмъ соляность меньше. Принимаютъ, что длина волны въ 15 разъ болѣе высоты. Въ малыхъ закрытыхъ моряхъ волны ниже и короче. Въ Средиземномъ морѣ волны не выше 4 м. и только въ исключительныхъ случаяхъ—9 м. У скалистыхъ береговъ волны отражаются и встрѣчаются тѣ, которыя идутъ къ берегу. Въ тѣхъ точкахъ моря, гдѣ гребни отраженныхъ волнъ совпадаютъ со впадинами подступающихъ къ берегу, вода бываетъ спокойна. Если, напротивъ, совпадаютъ гребни волнъ обоихъ родовъ и впадины, то высота волнъ выходитъ двойная. Волны бываютъ тогда островерхія, крутыя и весьма опасны для судовъ. Такое волненіе называется *буруномъ*.

Если высота морской волны зависитъ отъ силы давленія на воду вѣтра, то еще болѣе этой зависимости мы видимъ въ треніи самого вѣтра о поверхность волны. И воздухъ и вода, есть водородокислородныя соединенія; при треніи ихъ между собою, кислородъ сгораетъ, а освободившійся водородъ, обладая страшною взрывчатою силою, поднимаетъ волну на такую высоту, которая во много десятковъ разъ тяжелѣе, а стало быть и сильнѣе воздушнаго давленія вѣтра.

Убѣдиться въ этомъ легко можно въ морѣ; стоитъ только во время бури, вылить на воду боченокъ масла, какъ волна сейчасъ же стихаетъ, до размѣровъ, соотвѣтствующихъ давле-

нію одного вѣтра, такъ какъ оболочка волны, вслѣдствіе разлившагося по ней масла, будетъ углеродистаго характера и взрывамъ подобно водороду не поддается.

Приливы и отливы морей. До сихъ поръ весь ученый міръ приливы и отливы морей приписываетъ силѣ притяженія луны и солнца. Первоначально думали, что одна луна притягиваетъ морскую воду, но такъ какъ луна въ зенитѣ надъ извѣстными точками земли бываетъ только одинъ разъ въ сутки, а приливы и отливы ежедневно повторяются два раза, то стали допускать, что и солнце тоже имѣетъ такую же притягательную силу, какъ и луна. Обѣ эти теоріи не выдерживаютъ критики по слѣдующимъ причинамъ: высота приливовъ морей достигаетъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ до 70 футовъ, что равняется дѣйствующей силѣ притяженія на каждую квадратную сажень около 10.000 пудовъ при такихъ условіяхъ, на землѣ не должно остаться ни одного дерева, все должно было взорвано на воздухъ; если притягательныя силы солнца и луны такъ велики, что въ состояніи поднять воду на 10 саженей высоты, то пески степей она бы могла поднять хоть на аршинъ выше земной поверхности, тѣмъ не менѣе, ничего подобнаго мы не видимъ, стало быть и силы этого притяженія не существуетъ; наконецъ и солнце и луна въ зенитѣ надъ землею могутъ быть одновременно, а между тѣмъ, приливы и отливы, не слѣдуя ихъ зенитному положенію, аккуратно повторяются черезъ каждые 6 часовъ, т. е. два раза въ день. Очевидно, что причина коренится въ чемъ-то другомъ. При началахъ вулканическихъ изверженій, мы замѣчаемъ, нѣчто подобное морскимъ приливамъ,—это происходитъ оттого, что морское дно, подъ вліяніемъ подземныхъ паровыхъ силъ, движется волнообразно въ направленіи къ вулкану, находящемуся на материкѣ или на какомъ-нибудь островѣ; стало быть въ послѣднемъ случаѣ вода подчиняется подводному движенію земли. Наша земля есть сфероидальный живой организмъ, такъ какъ имѣетъ въ природѣ собственное движеніе и извѣстное положеніе въ солнечной системѣ; какъ существо живое, она должна, конечно, и дышать и вотъ эти-то дыхательные подъемы земной поверхности, происходящіе подъ водами морей и океановъ, даютъ намъ явленія морскихъ приливовъ и отливовъ. Основательность такого взгляда подтверждается еще тѣмъ, что сѣверныя и юж-

ныя полярныя моря, а равно центральныя внутреннія моря, почти приливовъ не имѣютъ, тогда какъ экваторіальная часть океановъ имѣетъ ихъ въ значительномъ повышеніи и пониженіи уровня воды.

59. **Теченія.**—Въ океанахъ замѣчаются повсюду постоянныя или временныя теченія, на подобіе рѣкъ, съ тою только разницею, что берега ихъ состоятъ изъ воды въ спокойномъ состояніи. Въ Атлантическомъ океанѣ, по экватору отъ востока на западъ идетъ *Большое экваторіальное теченіе* (литогр. табл. фиг. 5). Оно начинается у береговъ Африки и, достигнувъ Америки, раздѣляется нѣсколько сѣвернѣе мыса Рока на два теченія: одно направляется къ югу, вдоль береговъ Бразиліи и доходитъ до мыса Горна, второе устремляется на *СЗ* и раздѣляется опять на два: одно течетъ на сѣверъ, другое вступаетъ въ Караибское море, Мексиканскій заливъ и выходитъ изъ него у полуострова Флориды, сливаясь далѣе съ первымъ. По выходѣ изъ Мексиканскаго залива, это теченіе называется *Заливнымъ* или *Гольфстромомъ*; оно проходитъ вблизи береговъ Сѣвер. Американ. Соединенныхъ Штатовъ и на широтѣ Ньюфаундленда поворачиваетъ на *С. З* къ Европѣ. У береговъ Португаліи, отъ него отдѣляется вѣтвь къ югу, впадающая въ Большое экваторіальное теченіе, между тѣмъ какъ главный потокъ достигаетъ береговъ Ирландіи, Великобританіи, Норвегіи и теряется въ сѣверномъ Ледовитомъ морѣ.

Часть Атлантическаго океана, ограниченная вѣтвью Заливнаго теченія и Большимъ экваторіальнымъ теченіемъ, называется *Моремъ водорослей*; вода здѣсь спокойна, что способствуетъ развитію водорослей, и вся эта обширная водная равнина кажется зеленою.

Ширина Гольфстрома у Флориды только 53 килом., но потомъ постепенно возрастаетъ до 1067; скорость теченія при выходѣ изъ Мексиканскаго залива весьма велика, именно, $7^1/_2$ килом. въ часъ, но потомъ, по мѣрѣ расширенія теченія, уменьшается и среди Атлантическаго океана равна 1,6 килом.

По причинѣ сухости пассата, дующаго на Мексиканскомъ заливѣ, и сильнаго дѣйствія солнечныхъ лучей морская вода здѣсь обладаетъ большимъ разсоломъ и высокою температурою. Тѣми же качествами Заливное теченіе отличается отъ Атлантическаго

океана. Оно даже сохраняетъ среди зеленоватыхъ водъ океана синій цвѣтъ, свойственный Мексиканскому заливу. Эта разница въ цвѣтѣ дѣлаетъ совершенно ясными границы Заливнаго теченія.

Высокая температура Гольфстрома есть одна изъ причинъ мягкаго климата Европы.

Изъ многихъ теплыхъ теченій назовемъ еще Большое экваторіальное теченіе Великаго океана; оно, подобно Атлантическому теченію, течетъ по экватору съ востока на западъ.

Изъ холодныхъ странъ направляются холодныя теченія къ экватору. Одно такое теченіе выходитъ изъ Девисова пролива и соединяется съ другимъ, которое идетъ отъ Шпицбергена, потомъ направляется къ югу и, вѣроятно, скрывается подъ ложе Гольфстрома.

Сосѣдство этихъ холодныхъ водъ съ сѣверовосточными частями Сѣверной Америки не мало способствуетъ суровости климата этихъ странъ.

Вдоль западнаго берега Южной Америки, съ юга на сѣверъ идетъ холодное *Гумбольдтово теченіе*, впадающее въ экваторіальное; оно умѣряетъ зной Перу и дѣлаетъ климатъ этой страны однимъ изъ пріятнѣйшихъ въ свѣтѣ.

Въ узкихъ проливахъ, соединяющихъ океанъ съ внутренними морями, всегда есть теченія, имѣющія мѣстныя причины. Въ Гибралтарскомъ проливѣ на поверхности существуетъ потокъ изъ Атлантическаго океана въ Средиземное, а ниже—по обратному направленію. Послѣдній солонѣе перваго; онъ уноситъ нѣкоторое количество соли въ океанъ; иначе разсолъ Средиземнаго моря не могъ бы оставаться постояннымъ, но увеличивался бы съ теченіемъ времени. Такія же два теченія замѣчены въ проливѣ Бабъ-эль-Мандебъ. Съ поверхности Чернаго моря воды испаряется болѣе, нежели приносится рѣками и падаетъ изъ атмосферы; отъ этого чрезъ Дарданеллы въ Средиземное море проходитъ теченіе слабаго разсола, которое турки называютъ „чертовымъ теченіемъ“ (scheitan akyntysy).

Причиной большихъ океанскихъ теченій должно считать постоянные и перемѣнные вѣтры, какъ, напр., *пассаты,* дующіе изъ года въ годъ въ одномъ и томъ же направленіи.

Главная причина океанскихъ теченій заключается въ движе-

ніи земли, противъ мірового теченія. Земля наша, слѣдуя своей солнечной системѣ, движется впередъ южнымъ полюсомъ, солнечная же система движется вся въ сторону противоположную міровому теченію; такимъ образомъ, атмосфера земли, будучи надавлена общеміровымъ теченіемъ, даетъ вѣтры направленія отъ юга къ сѣверу, съ различными уклонами ихъ, соотвѣтственно выступамъ материковъ земли, вліяющимъ на наши вѣтры; какъ-то: пассаты, муссоны и т. д. Соотвѣтственно этимъ вѣтрамъ движется и наша океанская вода въ верхнихъ своихъ частяхъ; пробивающіяся въ сторону юга въ нѣкоторыхъ мѣстахъ океановъ теченія показываютъ, что подъ верхними теченіями океановъ, скрываются нижнія, идущія съ сѣвера къ югу. Лучшимъ доказательствомъ существованія этихъ нижнихъ теченій служатъ передвиженія нашихъ рыбъ. Всякую весну, сѣверныя рыбы огромными стадами стремятся въ болѣе теплыя моря умѣренныхъ странъ, для метанія своей икры; когда періодъ этотъ заканчивается, рыба сразу куда-то пропадаетъ и ловъ ея заканчивается; на слѣдующую весну она опять огромными стадами идетъ въ своемъ прежнемъ направленіи съ сѣвера. Имѣя въ виду, что все рыбное царство въ своихъ движеніяхъ, идетъ въ сторону противоположную морскимъ теченіямъ, надобно невольно допустить, что рыба наша обратно возвращается въ свои сѣверныя края нижнимъ слоемъ океанскихъ водъ, имѣющихъ теченіе противоположное верхнему слою.

Кромѣ того, на теченія оказываютъ вліяніе очертанія материковъ и вращеніе земли.

60. **Водовороты.** Въ тѣхъ мѣстахъ океановъ, гдѣ нижнее теченіе ихъ, по какимъ-либо причинамъ сталкивается съ верхнимъ, тамъ образуются водовороты, опасные для судовъ средней величины. Наибольшею извѣстностью пользуется водоворотъ *Мальстромъ* [1]) у береговъ Норвегіи, котораго шумъ слышенъ за нѣсколько километровъ. Знаменитый въ древности водоворотъ Сцилла и Харибда въ Мессинскомъ проливѣ теперь уже не существуетъ, вѣроятно, вслѣдствіе измѣненія неровностей дна. Въ маломъ видѣ водовороты бываютъ въ каждой быстрой рѣкѣ и появляются въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ дно рѣки поднято какимъ-

[1]) Нѣм. mahlen—молоть, т. е. мелющее теченіе.

либо большимъ камнемъ или грядою. Вода придя въ столкновеніе съ грядою, быстро приподымается къ верху и, встрѣчая сопротивленіе въ верхнемъ теченіи, тоже быстро начинаетъ вращаться на мѣстѣ столкновенія.

61. **Источники.**—Водяные пары, сгущаясь въ жидкое или твердое состояніе, падаютъ изъ атмосферы на землю. Самое большое количество ихъ осаждается на возвышенностяхъ. Здѣсь вода стекаетъ или непосредственно по поверхности горъ, или проникаетъ во внутренность ихъ и, достигнувъ непроницаемаго слоя, скопляется въ болѣе или менѣе значительныхъ подземныхъ водоемахъ. Найдя гдѣ-нибудь исходъ, вода вытекаетъ въ видѣ *источниковъ* или *ключей;* отъ сліянія источниковъ образуются *ручьи* и *рѣки.*

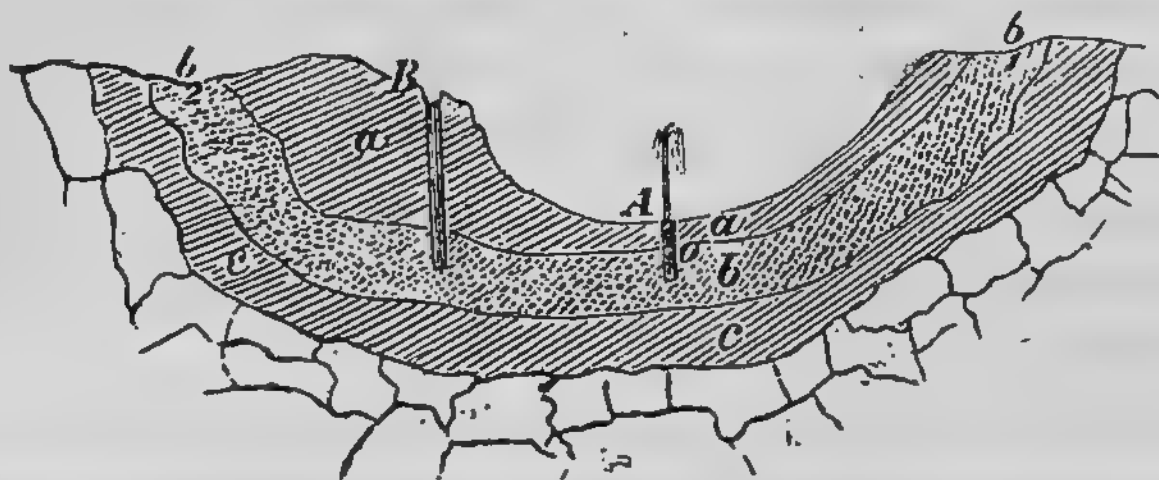
Источники выходятъ съ различной глубины, отъ которой зависитъ ихъ температура. Чѣмъ больше глубина, тѣмъ менѣе измѣняется температура источника въ продолженіе года; если питающій его водоемъ находится въ слоѣ постоянной температуры, то температура источника остается всегда одна и та же и, приблизительно, равна средней температурѣ мѣста. Въ случаѣ большей глубины температура источника бываетъ выше и иногда доходитъ до 100^0; такіе источники называются *теплыми, горячими.*

Воды источниковъ, проходя чрезъ горныя породы, т. е. вещества, изъ которыхъ состоитъ твердая часть земного шара, уносятъ растворимыя частицы, вымывая такимъ образомъ полости или пещеры, и выходятъ на поверхность земли, насыщенныя въ большей или меньшей степени минеральными веществами. Источники, содержащіе въ растворѣ большое количество минеральныхъ веществъ, называются *минеральными* и нерѣдко обладаютъ цѣлительными свойствами. По роду омываемой породы ключи бываютъ *соленые* (если въ растворѣ поваренная соль), *щелочные* (щелочи), *желѣзистые* (слои желѣза) и пр. По мѣрѣ теченія на поверхности земли минеральныя частицы осаждаются, такъ что вода въ рѣкахъ содержитъ небольшое количество минеральныхъ примѣсей (преимущественно Ca 0, т. е. негашенная известь) и въ общежитіи называется *мягкою,* а ключевая вода въ противоположность рѣчной — *жесткою.* Послѣдняя отличается отъ

мягкой тѣмъ, что въ ней худо развариваются овощи, трудно растворяются многія вещества, напр. мыло и прочее [1]).

Къ ключамъ принадлежатъ *артезіанскіе колодцы*, названные такъ по французской провинціи Артуа, гдѣ ихъ весьма много.

Пусть нѣкоторая страна находится въ котловинной впадинѣ *A* (фиг. 109) и лежитъ на нѣсколькихъ слояхъ *a*, *b*, *c*; *a* и *c* состоятъ изъ глины, не пропускающей чрезъ себя воду, а *b* —



Фиг. 109.

изъ песка или другой горной породы, которая, напротивъ, проникается водою и выдается гдѣ-нибудь на поверхности земли въ точкахъ b_1 и b_2. Атмосферная вода, падающая на эти выдающіяся части, стекаетъ въ *b*—самый низъ слоя b_1bb_2; здѣсь она находится подъ давленіемъ выше ея лежащихъ водяныхъ слоевъ, но выйти никуда не можетъ, по причинѣ непроницаемости горныхъ породъ *a* и *c*. Если на мѣстности *A* прорыть отверстіе *o*, то вода будетъ выходить въ видѣ фонтана, высота котораго, впрочемъ, не превзойдетъ болѣе низкій уровень b_1 или b_2. Въ мѣстности *B* не получится даже вовсе фонтана, и вода въ отверстіи остановится, не дойдя до поверхности земли. Такіе колодцы имѣютъ различную глубину: Гренельскій въ Парижѣ идетъ съ 562 м. глубины и подымается на 15 м. выше уровня Парижа. Артезіанскій колодецъ въ Петербургѣ имѣетъ 200 м. глубины. Способъ просверливанія отверстій для полученія артезіанскихъ колодцевъ называется *буреніемъ*, а инструментъ, для этого употребляемый,—*буромъ*.

---

1) Жирныя кислоты мыла соединяются съ кальціемъ въ нерастворимыя соли.

62. **Рѣки.**—Рѣки въ равнинахъ имѣютъ свое начало на возвышеніяхъ, хотя бы даже незначительныхъ, на которыхъ вообще выпадаетъ воды больше, нежели на низменностяхъ. *Русло* или *ложе* рѣки представляетъ слабо покатую плоскость, наклонъ которой къ горизонту уменьшается отъ верховьевъ (истоковъ) къ устью. Иногда рѣка начинается малымъ ручьемъ и увеличивается впадающими въ него другими ручьями. Иногда вытекаетъ изъ болотъ, или озеръ, въ свою очередь питаемыхъ ключами. Но самыя большія рѣки текутъ изъ горъ, вершины которыхъ увѣнчаны снѣгомъ. Горныя рѣки отличаются своею быстротой, но по мѣрѣ того, какъ сходятъ въ низменности, скорость ихъ уменьшается, и онѣ становятся судоходными. *Паденіе* рѣки между верхнею точкой A и нижнею B находится изъ прямоугольнаго треугольника ABC, у котораго AB гипотенуза, катетъ AC вертикальный, и другой катетъ BC горизонтальный. Тогда $AC = AB$, $\sin \angle ABC$; слѣдовательно, *паденіе*, т. е., *отношеніе вертикальнаго катета AC къ гипотенузѣ AB* равно $\sin \angle ABC$. Вообще при одномъ метрѣ паденія рѣки на 200 метровъ длины судоходство невозможно. Еще большее паденіе образуютъ *быстрины* и *пороги*. Если русло представляетъ уступъ въ каменистомъ грунтѣ, то, получаются водопады. Самые знаменитые водопады: Ніагарскій, Рейнскій, водопадъ на рѣкѣ Замбезе, Иматра и другіе.

Рѣки, имѣющія начало въ равнинахъ, подвержены разливамъ отъ осеннихъ дождей и въ особенности отъ таянія снѣга весною; таковы рѣки Европейской Россіи. Высота воды въ рѣкахъ, вытекающихъ изъ снѣговыхъ горъ, зависитъ отъ таянія снѣговъ и ледниковъ въ горахъ и бываетъ поэтому наибольшею въ самое жаркое время года. Когда въ Швейцаріи дуетъ южный теплый вѣтеръ, то всѣ рѣки вздуваются. Во время разливовъ быстрота рѣкъ увеличивается, и вода уноситъ много минеральныхъ и органическихъ нерастворимыхъ веществъ въ видѣ грязи или ила. По приближеніи къ устью скорость уменьшается, и илъ осаждается; образуется наносная почва, составляющая такъ называемую *дельту* [1]. При впаденіи своемъ рѣка имѣетъ на-

---

[1]) Греческая буква дельта Δ имѣетъ видъ равнобедреннаго треугольника.

клонность дѣлиться на *рукава;* поэтому дельта перерѣзывается иногда весьма большимъ числомъ рукавовъ. Самыя большія дельты лежатъ при устьѣ Нила, Ганга, Инда, Миссисипи и обыкновенно отличаются плодородною почвою и нездоровымъ климатомъ.

Пространство земли, орошаемое рѣкою и ея притоками, называется *бассейномъ* этой рѣки; а граница, раздѣляющая два смежные рѣчные бассейна,—*водораздѣльною линіею* или *водораздѣломъ.* Бассейнъ представляетъ естественную полость въ твердой землѣ, по оси которой течетъ главная рѣка. Кривая линія, имѣющая направленіе этой оси, называется *тальвегъ* (нѣм. Thalweg, Thal долина, Weg—путь). Тальвегъ есть *линія наибольшаго паденія,* т. е., *кратчайшее разстояніе отъ мгновеннаго мѣста водяной массы до горизонтальной плоскости.* Можно сказать, что бассейнъ есть геометрическое мѣсто всѣхъ линій наибольшаго паденія. Иногда главныя рѣки между собою соединяются посредствомъ своихъ притоковъ. Такъ, изъ Ориноко выходитъ рукавъ Кассикіаре, впадающій въ Ріо-Негро, притокъ Амазонки.

Уровень океана не повышается отъ впадающихъ въ него рѣкъ, потому что вода, приносимая ими, возмѣщаетъ воду, поднявшуюся въ видѣ пара съ поверхности океана.

63. **Озера.**—Котловины или впадины на земной поверхности обыкновенно наполнены водой, образуя такимъ образомъ *озера;* одни изъ нихъ прѣсноводныя, другія соленыя. Нѣкоторыя не имѣютъ ни притоковъ, ни истоковъ и питаются ключами; другія имѣютъ или истоки, или притоки, или тѣ и другіе. Высота ихъ уровня различна. Одни лежатъ ниже уровня океана; наприм., Каспійское море (ниже уровня океана на 25 метр.), Мертвое море (ниже на 400 метр.). Другія озера находятся выше океана; это преимущественно горныя озера. Вода ихъ красиваго зеленаго или синяго цвѣта; таковы: Женевское озеро (375 м.), Люцернское (429 м.), Комо (214 м.), Лаго-Маджоре (197 м.), Байкалъ (546 м.). Самое высокое озеро по своему положенію Титикака (3914 м.), лежащее въ Боливскихъ Андахъ. Нѣкоторыя озера суть не что иное, какъ расширеніе русла рѣкъ; такъ, Женевское озеро есть расширеніе Роны, Констанское—Рейна.

Озера, принимающія притоки и не выпускающія рѣкъ,—солены. Это объясняется тѣмъ, что притоки постоянно приносятъ растворимыя минеральныя частицы, преимущественно, хлоронатріевую соль и отчасти магнезіальныя соли. Прибывающая вода испаряется, а разсолъ увеличивается до насыщенія; въ такомъ состояніи находится Элтонское озеро, въ которомъ содержится до $29^0/_0$ слишкомъ солей. Воды Мертваго моря, имѣющія въ растворѣ $26^1/_2{}^0/_0$ солей, также вѣроятно достигли состоянія насыщенія. Въ томъ и другомъ озерѣ нѣтъ животныхъ. Разсолъ Каспійскаго моря меньше, чѣмъ въ океанѣ, и болѣе уже не увеличивается, потому что рыбы и другія морскія животныя поглощаютъ столько солей, сколько вносится рѣками.—Если бы въ озерахъ безъ истоковъ вода не испарялась, то уровень ихъ становился бы выше, но какъ онъ всегда одинъ и тотъ же, то надо заключить, что количество воды, приносимой притоками и падающей изъ атмосферы, равно количеству испаряющейся воды.

XXI.

64. **Измѣненія земной поверхности.**—Земная поверхность постоянно, хотя весьма медленно, измѣняется подъ вліяніемъ *воздуха, воды, вулканическихъ явленій* и *органической жизни*. Движеніе морской воды оказываетъ иногда разрушительное, иногда образовательное дѣйствія. Нерѣдко волненіемъ наносится къ берегамъ множество песка, и образуются такимъ образомъ *дюны*; онѣ имѣютъ видъ насыпей, окаймляющихъ берегъ. Въ Европѣ наибольшаго развитія дюны достигаютъ въ Нидерландахъ, по Атлантическому побережью Франціи и Шотландіи. Вмѣстѣ съ пескомъ иногда выкидываются раковины и другіе предметы; вся масса мало-по-малу превращается въ твердую горную породу, покрывается растительностью и служитъ тогда прочнымъ оплотомъ отъ вторженія океанскихъ волнъ въ низменности. Если дюна состоитъ только изъ мелкаго песка, то при вѣтрахъ съ моря приходитъ въ движеніе; съ подвѣтренной стороны песокъ сдувается на противоположную, и дюна, хотя

медленно, подвигается во внутренность страны; песокъ засыпаетъ почву и дѣлаетъ ее безплодною. Это бѣдствіе предотвращается закрѣпленіемъ дюнъ чрезъ разведеніе на нихъ растительности.

Иногда волны подмываютъ берега, которые оттого обваливаются. Дно моря покрывается трупами животныхъ и другими остатками животной и растительной жизни. Если бы со временемъ морское дно поднялось и сдѣлалось сушей, то можно было бы опредѣлить, какія животныя населяли это море.

Горныя породы подъ вліяніемъ *воздуха* и *атмосферной воды* разрыхляются, разрушаются и потомъ уносятся потоками въ низменности; онѣ нерѣдко достигаютъ устьевъ большихъ рѣкъ и образуютъ наносные слои, превращающіеся впослѣдствіи въ плодоносную почву. Многія долины обязаны своимъ плодородіемъ неизсякаемому богатству минеральныхъ веществъ, залегающихъ въ горахъ.

Протекая во внутренности земли, вода вымываетъ *полости, пещеры,* которыя нерѣдко бываютъ причиною обваловъ. Такъ, въ долинѣ Гольдау (въ Швейцаріи) обрушилась гора Росбергъ и засыпала своими осколками воздѣланныя поля и деревни.

Проникая въ трещины горъ, вода при замерзаніи расширяется и раскалываетъ скалы.

Вѣтры также немало способствуютъ измѣненію поверхности земли. Они переносятъ пыль и могутъ уменьшить или увеличить производительную силу земли. Песокъ пустынь, осаждаемый вѣтрами на дельтѣ Нила, смѣшиваясь съ влажнымъ иломъ, развиваетъ необычайное плодородіе. Напротивъ, тотъ же песокъ, падая на страны, покрытыя растительностью, но не довольно влажныя, превращаетъ ихъ въ пустыни.

65. **Вулканы** [1]).—Самыя большія измѣненія на земной поверхности производятъ явленія, зависящія отъ высокой температуры внутреннихъ массъ земного шара. Сюда относятся *вулканическія явленія* и *землетрясенія.*

Вулканы или *огнедышащія горы* имѣютъ конусообразную форму съ усѣченною вершиной, на которой находится углубле-

---

[1]) Лат. Vulcanus, греч. Ἥφαιστος, сынъ Юпитера и Юноны, супругъ Венеры богъ огня.

ніе, а въ немъ помѣщается одинъ или нѣсколько коническихъ холмовъ; въ каждомъ изъ этихъ послѣднихъ по направленію оси есть глубокое отверстіе, называемое *кратеромъ* [1]) или *жерломъ*, черезъ которое выбрасываются газы.

Главная составная часть газовъ—водяной паръ; изъ другихъ газовъ назовемъ: сѣрнистый водородъ [2]), сѣрнистый ангидридъ, [3]) угольный ангидридъ [4]) и хлористый водородъ [5]). Дѣятельность вулкана не постоянна; иногда въ продолженіе весьма долгаго времени извергаются только газы. Но иногда явленіе усиливается, слышится подземный гулъ, напоминающій раскаты грома, гора сотрясается, потомъ подымаются огромные столбы дыма, черезъ которые летятъ камни. Въ то же время изъ кратера или изъ разсѣлины горы начинаетъ выливаться расплавленная масса горныхъ породъ, называемая *лавою* (итал.), которая имѣетъ столь высокую температуру, что расплавляетъ желѣзо и свѣтится, особенно ночью. Струя лавы имѣетъ иногда нѣсколько килом. въ длину и, спускаясь въ низменности, уничтожаетъ все попадающееся на пути; въ это время надъ кратеромъ образовывается барометрическій минимумъ и проливной дождь, сопровождаемый страшною грозою льетъ на землю. Изверженіе заканчивается дождемъ, смѣшаннымъ съ пепломъ (т. е. мелкораздробленною горною породой), выпадающимъ въ весьма большомъ количествѣ; такимъ пепломъ была засыпана Помпея при изверженіи Везувія въ 79 г. по Р. Х.

Вулканическія изверженія объясняются тѣмъ, что вода, просачиваясь во внутренность земли, доходитъ до отдѣльныхъ резервуаровъ (гнѣздъ), содержащихъ огненно-жидкія массы, гдѣ она обращается въ парообразное состояніе. Если парамъ есть исходъ, то они выдѣляются на поверхность земли чрезъ жерла дѣйствующихъ вулкановъ. Если пары заключены въ закрытомъ со всѣхъ сторонъ пространствѣ, то пріобрѣтаютъ большую упругость и производятъ давленіе на расплавленныя массы, заставляя ихъ выливаться на поверхность земли въ видѣ лавы.

---

1) Греч. κρατήρ сосудъ для смѣшенія вина съ водой.

2) H^2S 3) SO^2 4) CO^2 5) HCl.

Высота вулканическихъ конусовъ весьма различна; нѣкоторые покрыты вѣчнымъ снѣгомъ; чѣмъ выше вулканъ, тѣмъ рѣже его изверженія. Въ высокихъ вулканахъ лава никогда не вытекаетъ чрезъ главное жерло, потому что для этого водяные пары должны были бы имѣть слишкомъ большую упругость; она вырывается тогда чрезъ боковыя трещины горы. Такъ, изъ вулкана Стромболи въ группѣ Липарскихъ острововъ, имѣющаго только 823 метр. высоты, лава течетъ постоянно. Изъ вулкана Этны, котораго высота 3400 метр., изверженія лавы изъ главнаго кратера весьма рѣдки. Изъ главнаго кратера Пикъ-де-Тейде (высота 3536 метр.), лава никогда не вытекаетъ. Всѣ вулканическія изверженія, есть продуктъ морей, которыя, устремляя свои теченія на материки земли, подъ вліяніемъ міровой силы натиска, просачиваются внутрь земли до расплавленной лавы и, превращая воду въ пары, силою послѣднихъ, выталкиваютъ огненно-жидкія массы на поверхность земли. Общее число всѣхъ вулкановъ 709, изъ нихъ 321 дѣйствующихъ.

Есть вулканы особаго рода, извергающіе не лаву и раскаленные газы, а мутную воду или грязь; сюда относятся *сопки* на полуостровѣ Тамани. Къ вулканическимъ явленіямъ причисляютъ: вытеканіе изъ земли нефти, напр. на Кавказѣ, въ Пенсильваніи,—воспламеняющіеся газы, напр. близъ Баку. Наконецъ, сюда же относятся *перемежающіеся фонтаны горячей воды* или *гейзеры* [1]), которыхъ весьма много въ Исландіи, Новой Зеландіи и американскомъ Національномъ Іеллостонскомъ Паркѣ (въ верхнемъ Миссури). Самый знаменитый изъ нихъ и наиболѣе изслѣдованный—Большой Гейзеръ, также находящійся въ Исландіи. Онъ состоитъ изъ вертикальнаго цилиндрическаго кольца 3 метр. въ діаметрѣ и 21 метр. глубины и на верху оканчивается резервуаромъ 18 метр. въ діаметрѣ. Предъ изверженіемъ каналъ и резервуаръ наполнены горячею водою, которая на поверхности имѣетъ 100^0 (Ц.); температура возрастаетъ съ глубиною, такъ что на днѣ доходитъ до 127^0, но не кипитъ по причинѣ огромнаго давленія выше лежащихъ слоевъ воды. Разъ или болѣе въ сутки вода выбрасывается изъ канала на высоту 30 метр.; жидкость частію испаряется и разсѣивается

---

1) Туземное исландское названіе Geysir, перешедшее въ науку.

по окрестности, частію ниспадаетъ въ каналъ и снова выбрасывается. Такой фонтанъ продолжается минутъ до 10. Послѣ того вода въ колодцѣ опускается метра на 2; но потомъ уровень ея постепенно возвышается, и затѣмъ изверженіе повторяется въ прежнемъ порядкѣ.

Для объясненія этихъ явленій допускаютъ, что въ трубу Гейзера прибываетъ вода изъ подземныхъ ключей, и что вблизи основанія его находятся раскаленныя горныя породы. Послѣ изверженія вода падаетъ въ каналъ уже значительно охлажденною; потомъ опять постепенно нагрѣвается; въ то же время питающіе Гейзеръ ключи возвышаютъ ея уровень. Наконецъ, на днѣ образуются паровые пузыри, которые, не дойдя до поверхности резервуара, переходятъ въ жидкое состояніе. Отъ этого незадолго до изверженія вода Гейзера волнуется, и слышится шумъ. Спустя нѣсколько времени, вода внизу нагрѣвается до 100^0, но не кипитъ, потому что нижніе слои испытываютъ весьма большое давленіе со стороны верхнихъ; температура продолжаетъ возвышаться и, наконецъ, достигаетъ такой величины (перегрѣтое состояніе), что малѣйшее уменьшеніе въ давленіи должно привести воду въ кипѣніе. Это уменьшеніе происходитъ въ то мгновеніе, когда при волненіи вода частію перельется изъ канала въ верхній резервуаръ, отъ чего высота столба, производящаго давленіе на паровые пузыри, уменьшится. Тотчасъ же выбрасывается съ нѣкоторой глубины вода; отъ этого давленіе на ниже лежащіе слои еще уменьшится и вся вода выбрасывается наружу.

66. **Землетрясеніе** [1].—Образующіеся внутри земли газы пріобрѣтаютъ огромную упругость; отыскивая себѣ выходъ, они прорываютъ стѣнки полостей, въ которыя заключены, устремляясь съ страшною силой въ другія полости до тѣхъ поръ, пока не найдутъ себѣ выхода наружу чрезъ кратеры вулкановъ, или иные пути. Отъ этого въ земной корѣ образуются болѣе или менѣе сильныя колебанія, называемыя *землетрясеніями*. Когда начинается изверженіе вулкана, землетрясеніе прекращается. Движеніе земной поверхности во время землетрясеній бываетъ трехъ родовъ: *вертикальное, горизонтальное* и *вращательное*.

---

[1] Лат. terrae motus: греч. σεισμός (γῆς) отъ σείω потрясти.

Если ударъ имѣетъ вертикальное направленіе, то почва приподнимается, и около этого мѣста является рядъ круговыхъ волнъ на подобіе тѣхъ, какія замѣчаются на спокойной водѣ, когда въ нее бросимъ камень. Всякая точка земной поверхности, чрезъ которую пройдетъ волна, будетъ приподнята и потомъ опущена; сколько пробѣжитъ волнъ, столько же послѣдуетъ болѣе или менѣе сильныхъ сотрясеній. Длина океанской волны разъ въ 15 болѣе высоты; въ земныхъ волнахъ это отношеніе гораздо болѣе, потому что твердыя тѣла оказываютъ сравнительно съ жидкостями весьма большое сопротивленіе всякой причинѣ, стремящейся измѣнить ихъ форму. Сопротивленіе должно измѣняться съ горною породой, рельефомъ и очертаніемъ страны и направленіемъ волнъ; отъ этого скорость распространенія землетрясеній различна и измѣняется отъ 200 до 870 метровъ въ секунду.—Если ударъ происходитъ на днѣ океана, то получаются двѣ волны: одна по поверхности моря, а другая по поверхности дна. Но какъ твердыя вещества передаютъ колебанія скорѣе, чѣмъ вода, то вторая волна достигаетъ материка ранѣе и, поднявъ сушу, заставляетъ море отступить отъ берега. Спустя нѣсколько времени, море возвращается въ прежнее положеніе равновѣсія и по инерціи подымается выше обыкновеннаго уровня, затопляя низменности, потерпѣвшія землетрясеніе. Затѣмъ прибываетъ водяная волна и довершаетъ разрушеніе.—Вертикальныя движенія сопровождаются болѣе или менѣе замѣтными горизонтальными колебаніями. Поэтому точка земной поверхности во время землетрясеній, подымаясь и опускаясь, вмѣстѣ съ тѣмъ движется горизонтально, описывая такимъ образомъ кривую линію, между тѣмъ какъ при вертикальномъ колебаніи она должна двигаться по вертикальной линіи.— Волны, распространяясь чрезъ воду, разныя горныя породы, болѣе или менѣе плотныя и твердыя, и проч. испытываютъ тѣ же измѣненія, какъ лучи свѣта и звука; онѣ отражаются и преломляются и поэтому отступаютъ отъ первоначальнаго своего направленія. Волны отраженныя или преломленныя, встрѣчаясь одна съ другою, могутъ дать измѣненное движеніе, ослабляя другъ друга, усиливая и даже совсѣмъ уничтожаясь. Если сходятся горизонтальныя колебанія, стремящіяся сообщить какой-либо точкѣ земной поверхности двѣ горизонтальныя скорости, которыхъ направленія составляютъ

уголъ болѣе 0^0 и менѣе 180^0, то почва получаетъ вращательное движеніе около вертикальной оси. Вращательныя землетрясенія производятъ самыя большія измѣненія на земной поверхности. Вообще, землетрясенія продолжаются весьма недолго, нерѣдко долю секунды, но послѣдствія ужасны. Въ 1755 году Лиссабонъ въ продолженіе немногихъ минутъ былъ обращенъ въ груду развалинъ и затоплялся нѣсколько разъ океаномъ, поднимавшимся на 12 м. выше наибольшаго прилива. При этомъ погибло до 40000 человѣкъ. Въ Калабріи во время землетрясенія 1783 г. перемѣстились поверхностные слои земли, такъ что измѣнился видъ страны. Въ Каракасѣ въ 50 секундъ погибло 10000 людей. При одномъ землетрясеніи въ Алеппо (въ Сиріи) 200000 человѣкъ лишились жизни. Во время землетрясеній проваливаются цѣлыя города, деревни, образуются трещины, рѣки пересыхаютъ или перемѣняютъ свое русло, возвышается температура источниковъ, .подымаются новые острова, большія пространства земли возвышаются или понижаются надъ уровнемъ океана, образуются новыя огнедышащія горы (Іорулло въ Мексикѣ въ 1759 г.), или потухшіе вулканы снова начинаютъ дѣйствовать (Везувій въ 79 г.). Землетрясенія распространяются на огромныя разстоянія. Лиссабонское землетрясеніе, происшедшее, вѣроятно, на днѣ Атлантическаго океана, ощущалось въ Вестъ-Индіи, Шотландіи, Норвегіи, Швеціи и Финляндіи.

Землетрясенія бываютъ чаще зимой, чѣмъ лѣтомъ, и ночью чаще, чѣмъ днемъ.

Нѣкоторыя страны земного шара никогда не испытываютъ землетрясеній, другія, напротивъ, часто отъ нихъ страдаютъ. Къ послѣднимъ принадлежатъ окрестности Средиземнаго моря, Малая Азія, Кавказъ, Персія, Средняя Азія съ окрестностями Байкала. Но Средняя Россія, почти вся Африка и восточныя равнины Южной Америки не подвержены землетрясеніямъ.

Кромѣ упомянутыхъ быстрыхъ измѣненій земной поверхности, есть еще медленныя *вѣковыя*, состоящія въ медленномъ *поднятіи* или *опусканіи* суши. Ихъ можно объяснить слѣдующимъ образомъ. Земная кора распадается на глыбы, нижняя сторона которыхъ омывается огненно-жидкимъ содержимымъ земного шара (магмой), и даже плаваетъ въ немъ. Неодинаковый грузъ

этихъ глыбъ можетъ привести къ тому, что однѣ изъ нихъ глубже погружаются въ огненножидкую массу, другія наоборотъ, когда давленіе на нихъ уменьшается, подымаются. Такъ, южная часть Скандинавіи и западные берега Гренландіи опускаются, и море уже затопило многія прибрежныя постройки; напротивъ, сѣверная Скандинавія и Финляндія подымаются около 1 метра въ столѣтіе, такъ что нѣкоторыя Финляндскія гавани теперь далеко отъ моря.

XXII.

67. **Горныя породы.**—Частію чрезъ буреніе, частію раскопкою, наконецъ въ естественныхъ обвалахъ человѣку удалось углубиться въ землю на 2000 метровъ, что составляетъ едва $\frac{1}{3200}$ земного радіуса. Разсматривая землистыя и каменистыя вещества, находящіяся подъ земною поверхностію и называемыя вообще *горными породами*, мы замѣчаемъ нѣкоторый порядокъ; всѣ породы, за небольшими исключеніями, кромѣ самыхъ нижнихъ, лежатъ *слоями*, иногда горизонтальными, иногда болѣе или менѣе изогнутыми. Такихъ слоевъ весьма много, и они по большей части рѣзко отличаются другъ отъ друга, какъ по своимъ составнымъ частямъ и строенію, такъ и по органическимъ остаткамъ листьевъ, животныхъ и проч.

Съ большою вѣроятностію допускаютъ, что рельефъ земной поверхности неоднократно измѣнялся, что материки подымались и опускались и нѣсколько разъ были подъ океаномъ. Основываясь на такомъ допущеніи, происхожденіе упомянутыхъ выше слоистыхъ массъ внутри земли объясняютъ осажденіемъ твердыхъ веществъ изъ воды. Есть горныя породы, которыя не могли образоваться съ помощію воды и представляютъ нерѣдко съ ясностію слѣды плавленія; полагаютъ, что онѣ вылились въ жидкомъ видѣ изнутри земли чрезъ трещины и потомъ остыли. Эти породы не имѣютъ связи съ слоистыми и лежатъ въ *разрывахъ,* проходящихъ чрезъ многіе слои. Горныя породы, обра-

зовавшіяся съ помощію воды, называются *нептуническими* [1], а вылившіяся изъ нѣдръ земли—*плутоническими* [2] или *огненными* породами. Горныя породы раздѣляютъ на *формаціи* [3]: на *первичной* формаціи лежатъ *переходныя* формаціи, надъ которыми находятся *вторичныя*, и на самомъ верху—*третичныя* формаціи. Изъ вторичныхъ формацій замѣтимъ *каменноугольную* и *юрскую;* изъ третичныхъ—*наносную* новѣйшаго образованія. Каждому нептупническому слою соотвѣтствуетъ нѣкоторый періодъ въ жизни земного шара, характеризующійся особыми явленіями въ атмосферѣ, на земной поверхности, растеніями и животными.—Такимъ образомъ, земной шаръ подвергался многимъ преобразованіямъ; подобныя измѣненія при участіи атмосферы и внутренней теплоты земли совершаются и теперь.

Чѣмъ древнѣе горы, тѣмъ онѣ ниже, и тѣмъ склоны ихъ менѣе круты. Горы новѣйшаго образованія весьма высоки, оканчиваются острыми гребнями и пиками, съ крутыми склонами и глубокими ущеліями. Вогезы, наприм., произошли ранѣе Пиренеевъ; за ними идутъ Альпы и Анды.

68. **Гипотезы о происхожденіи земного шара.**—Для объясненія упомянутыхъ выше явленій, построили гипотезу о происхожденіи земного шара, извѣстную подъ именемъ гипотезы *Канта-Лапласа.* Исходя изъ того начала, что внутренность земли имѣетъ весьма высокую температуру, допускаютъ, что когда-то давно весь земной шаръ былъ въ расплавленномъ жидкомъ, а, можетъ быть, и въ газообразномъ состояніи, подобно солнцу. Съ теченіемъ времени, чрезъ лучеиспусканіе температура понизилась, и поверхность земли затвердѣла, но вся вода еще находилась въ атмосферѣ въ состояніи пара. Отъ охлажденія твердая кора много разъ растрескивалась, и, спустя нѣсколько времени обломки, снова спаивались, пока не образовалась довольно прочная оболочка изъ неслоистыхъ массъ; она называется первичною формаціею и состоитъ изъ гранита, порфира, базальта и проч. Послѣ того кора продолжала растрескиваться, но не распадалась на куски, а давала только трещины,

---

[1] Отъ имени бога морей Нептуна (греч. Посейдонъ).

[2] Отъ имени бога подземняго царства Плутона, (греч. тоже Плутонъ) сына Сатурна (греч. Кроносъ) и брата Нептуна.

[3] Отъ лат. formare—образовать.

чрезъ которыя выливались огненножидкія массы; такимъ образомъ появились горы, хотя и меньшихъ размѣровъ, чѣмъ нынѣ существующія. При дальнѣйшемъ охлажденіи поверхности земли водяные пары частію обратились въ жидкость и покрыли углубленія твердой оболочки. Вода размывала огненныя породы, растворяла, частію уносила механически частицы и отлагала въ низменностяхъ; образовались первыя формаціи, которыя, задерживая теплоту, исходящую изъ внутренности земного шара, весьма сильно нагрѣвались и частію (въ нижнихъ частяхъ) даже плавились, это—*переходныя* формаціи. Поднятія земной коры продолжались и въ позднѣйшія эпохи, когда земля охладилась до большей или меньшей степени и когда могли существовать болѣе или менѣе совершенные организмы. Одновременно съ поднятіемъ твердой оболочки вода продолжала свое разрушительное дѣйствіе, смывая возвышенія, наполняя углубленія и сглаживая такимъ образомъ неровности, производимыя плутоническою дѣятельностію; образовались новыя формаціи. Огненножидкія массы подымали нептуническіе слои, выводя ихъ изъ горизонтальнаго положенія, прорывали и выливались чрезъ трещины на поверхность земли.

Вторая гипотеза принадлежитъ Бюффону. Бюффонъ предполагаетъ, что земля наша, равно какъ и другія планеты и ихъ спутники, образовались изъ огнежидкой матеріи, отдѣлившейся отъ солнца, явленіе это могло произойти вслѣдствіе того, что одна изъ кометъ, ударившись о солнце, оторвала отъ него значительный кусокъ расплавленной матеріи и разбивъ его на нѣсколько частей, дала такимъ образомъ возможность къ образованію планетнаго міра и ихъ спутниковъ.

Третья гипотеза принадлежитъ Мейеру и Фаю. Оба ученые говорятъ, что вселенная образовалась изъ матеріи первоначально разсѣянной въ безконечномъ пространствѣ; она возникла путемъ соединенія этого вещества вокругъ различныхъ центровъ, подъ вліяніемъ ихъ притяженія; причемъ Мейеръ доказываетъ, что солнечное горѣніе происходитъ отъ безпрерывнаго паденія на него космическихъ тѣлъ, со скоростью не менѣе 600 километровъ въ секунду, паденія продолжающагося и по настоящее время. Фай современное паденіе отрицаетъ и говоритъ, что если бы оно продолжалось, то солнце, увеличиваясь все болѣе

и болѣе въ своихъ размѣрахъ, пріобрѣло бы такую притягательную силу, что приблизило бы къ себѣ весь планетный міръ.

Четвертая гипотеза принадлежитъ американцу Стерри Гунту. Гунтъ говоритъ, что земля наша произошла изъ газообразной туманности и что отвердѣніе ея произошло извнутри. За исходную точку своего изслѣдованія онъ принимаетъ существованіе газообразной, высокой температуры туманной массы, которая, какъ громадный вертящійся на оси шаръ, должна постепенно охлаждаться. Масса была однородною и начала сгущаться на поверхности, сдѣлавшись жидкою и твердою, она получила вѣсъ и начала стремиться къ центру, гдѣ снова пріобрѣла высокую температуру. По причинѣ постояннаго сжатія, происходящаго въ массѣ, потеря теплоты и постоянное сгущеніе продолжались до наступленія жидкаго состоянія, т. е. до тѣхъ поръ, пока возникли извѣстныя соединенія, которыя могли существовать не разлагаясь въ самомъ центрѣ, т. е. когда нѣкоторые металлы могли вступить уже въ прочныя соединенія съ кислородомъ. Затѣмъ, процессъ сгущенія продолжался пока земля не превратилась въ большой жидкій шаръ изъ раскаленной массы, окруженной горячими парами. Въ подобной массѣ происходило сгущеніе матеріи отъ поверхности къ центру и скопленіе ея около центра, такъ какъ здѣсь она была плотнѣе вещества, находящагося на поверхности.

69. **Дѣйствительное происхожденіе земного шара.** Геологическія изслѣдованія земного шара и астрономическія изслѣдованія луны доказываютъ намъ, что оба эти свѣтила вулканическаго происхожденія, стало быть, своимъ появленіемъ они обязаны горящему міру. Если мы будемъ разбирать нашу солнечную систему, то увидимъ, что изъ всѣхъ свѣтилъ ея горитъ только одно солнце, а потому вниманіе наше невольно останавливается на немъ, какъ производителѣ планетныхъ міровъ.

Всматриваясь въ существующій звѣздный міръ, мы видимъ, что весь онъ состоитъ изъ слѣдующихъ особей: астероида, луна, планета, двойная звѣзда, солнце, планеторная туманность и космическій міръ кометъ, болидовъ, леонидовъ, аэролидовъ и т. д.

Спектральные анализы, произведенные надъ планетными мірами дали слѣдующіе результаты: солнце имѣетъ спектръ желтыхъ солнечныхъ звѣздъ съ темными фрауэнгоферовыми линіями поглощенія свѣта; планеты— спектръ непрерывный; двойныя звѣзды—спектръ солнца и планетъ; планеторныя туманности—спектры или планетъ или раскаленныхъ газовъ—водорода и азота, а иногда то и другое вмѣстѣ; и наконецъ кометы—отраженный свѣтъ солнца съ линіями углерода и водорода и никакого самостоятельнаго спектра.

Очевидно, что спектральная градація должна идти въ слѣдующемъ порядкѣ: планетный, двойной планетной звѣзды, двойной солнечной звѣзды или нашего солнца, планетарной туманности планетнаго типа, тоже типа съ раскаленными газами и наконецъ кометный.

Весь видимый нами міръ есть міръ живыхъ существъ, нѣтъ, стало быть, никакого сомнѣнія, что и наши звѣзды есть тоже живыя существа, тѣмъ болѣе, что мы ежедневно видимъ ихъ самостоятельныя движенія въ пространствѣ, стало быть и наша земля, какъ планета, есть тоже живое существо, а если она жива, то и происхожденіе ея на свѣтъ Божій, могло появиться только естественнымъ порядкомъ зарожденія отъ существа себѣ подобнаго; такимъ существомъ только и можетъ быть одно солнце.

Наша солнечная система, представляетъ намъ наглядно цѣлую семью живыхъ существъ; маленькія астероиды очевидно только и могли произойти отъ нашего солнца путемъ зарожденія; планетные спутники или луны есть тѣ же астероиды во второмъ фазисѣ своего развитія, вступившія въ соціальную жизнь солнечной системы; планеты—это непосредственные сослуживцы солнца, имѣющія съ нимъ самую тѣсную связь; солнце это планета или звѣзда, рождающая міръ астероидъ, стало быть будущихъ планетъ; наконецъ видимый нами кометный міръ, есть міръ отжившихъ планетъ, который, попадая въ солнечную систему, несется по направленію къ солнечному диску и тамъ сгораетъ на немъ въ размѣрѣ своего паденія, а остающіяся свободными отъ паденія на дискъ части кометъ, летятъ въ необъ-

ятное пространство за предѣлы солнечной системы, до тѣхъ поръ, пока не подпадутъ новому вліянію какой-либо другой солнечной системы, гдѣ и сгораютъ вновь, пока не уничтожатся безъ остатка.

Знаменитый астрономъ Гершель говоритъ—тѣ законы движенія и существованія, которые мы видимъ въ нашей солнечной системѣ, присущи всѣмъ остальнымъ солнечнымъ системамъ, а такъ какъ во многихъ изъ нихъ намъ видны кромѣ простыхъ планетъ, двойныя звѣзды и планетарныя туманности, то для насъ интересно опредѣлить и ихъ соціальное положеніе въ солнечныхъ системахъ.

Ближайшее указаніе можетъ дать намъ спектральный анализъ планетъ; въ этомъ отношеніи, первою по рожденію, конечно будетъ астероида, маленькая планетка, не имѣющая опредѣленной орбиты, словомъ сказать ребенокъ, своего существованія.

Второю по происхожденію, будетъ луна или спутникъ планетъ, тоже небольшихъ размѣровъ, но уже настолько созрѣвшая, что въ качествѣ электроида своей планеты, она вступаетъ въ міровое сослуженіе.

Третьею по происхожденію будетъ планета, которая всѣмъ существомъ своимъ прилежитъ солнцу, доставляя послѣднему необходимый для своего горѣнія кислородъ и взамѣнъ его получающая лучистую теплоту, необходимую для міра растеній.

Четвертою по происхожденію будетъ двойная звѣзда, представляющая собою въ природѣ брачную пару, какъ переходное состояніе къ положенію солнца. Дѣятельность ея, очевидно, направлена вся къ высыханію, дабы воспламениться лучами солнца.

Двойныя звѣзды имѣютъ самую разнообразную цвѣтовую окраску, какой не имѣютъ другія звѣзды, окраску, вѣроятно, зависящую отъ степени зрѣлости звѣзды.

Пятою по происхожденію будутъ міровыя солнца, которыя нашему глазу въ другихъ солнечныхъ системахъ представляются

тоже двойными звѣздами; вѣроятно эту пару для телескопа составляетъ одна изъ большихъ планетъ, находящаяся въ сослуженіи солнцу; въ нашей солнечной системѣ такою парою могъ бы казаться Юпитеръ, если бы наблюденіе было произведено съ какой-либо другой солнечной системы.

Каждое солнце есть очевидно планета въ родильномъ экстазѣ, такъ какъ вулканическое происхожденіе нашихъ—земли, луны и другихъ планетъ, только и можно объяснить ихъ солнечнымъ происхожденіемъ.

Шестою по происхожденію, является планетарная туманность. Многія астрономы, разсматривая планетарныя туманности, видятъ въ нихъ незаконченный міръ Божіихъ твореній, но это не вѣрно, потому собственно, что въ большинствѣ случаевъ спектръ этихъ туманностей есть спектръ линій расколенныхъ газовъ, водорода и азота и только въ немногихъ случаяхъ остается планетный спектръ, а иногда такъ и оба спектра существуютъ одновременно въ одной и той же туманности. Въ послѣднемъ случаѣ, въ туманности всегда находятъ какую-нибудь не угасшую еще звѣзду, хотя и очень малой величины не свыше 4 или 6 размѣра.

Со взглядомъ господъ астрономовъ на туманность, какъ незаконченный міръ Божіихъ твореній, нельзя еще согласиться и потому, что всѣ кометы, видимыя за предѣлами нашей солнечной системы, кажутся намъ туманностями, тѣмъ не менѣе, мы наглядно убѣждаемся, что это отжившія тѣла, идущія на питаніе нашего солнца и окружающей его семьи планетъ.

Наконецъ линіи расколенныхъ газовъ азота и въ особенности водорода есть несомнѣнный признакъ, что планетарная туманность, какъ живая солнечная система отжила свой вѣкъ. Водородъ есть газъ непомѣрной силы и газъ будирующій, онъ или производитъ солнечныя бури (протуберансы, факелы) если солнце еще живо или же рветъ погибшее солнце на части, превращая его сначала въ планетарную туманность, а потомъ и въ космическій міръ туманностей, идущихъ для питанія другихъ солнцъ съ ихъ планетами.

Каждая солнечная система, видимая въ телескопѣ, является болѣе или менѣе сконцентрированною, тогда какъ планетарныя туманности видятся всегда въ формѣ расплывшихся на громадную величину массъ, такъ напр., туманность въ созвѣздіи Оріона, въ нѣсколько тысячъ разъ болѣе нашей солнечной системы.

Седьмою по происхожденію является нашъ кометный міръ, а также болиды, леониды и всѣ аэролиды. Очевидно, это міръ отжившихъ свое существованіе планетъ, онъ не имѣетъ ни самостоятельнаго свѣта, ни цвѣта, ни органовъ движенія, а потому и несется въ пространствѣ по направленію общеміроваго теченія, въ сторону противоположную движенію всѣхъ нашихъ солнечныхъ системъ, и попадая въ ихъ заколдованный кругъ существованія, т. е. корзину кислородо-водороднаго теченія газовъ отъ планетъ къ солнцу, служитъ послѣднему продуктомъ питанія и такимъ образомъ поддерживается существованіе каждой солнечной системы.

Всматриваясь ближе въ планетные переходы существованія по возрастамъ, невольно бросается въ глаза тождество человѣческой жизни съ планетною;

ребенокъ—астероида

юность—луна

возмужалость—планета

брачная пара—двойная звѣзда

мать родительница—солнце

старость—планетарная туманность

трупъ —комета съ ея подраздѣленіями.

70. **Эпохи возраста земли.** Было особенное состояніе атмосферы, тепла, свѣта; развивались соотвѣтственныя животныя, растенія, которыхъ остатки встрѣчаются въ разныхъ формаціяхъ. Въ низшихъ слояхъ находимъ животныхъ низшей организаціи, отъ которыхъ сохранились только скорлупы. Выше, кромѣ этихъ животныхъ, встрѣчаемъ рыбъ, пресмыкающихся, далѣе млекопи-

тающихъ животныхъ и наконецъ кости человѣка и нынѣ существующихъ твореній. Ящеры, жившіе въ періодъ вторичной формаціи, поражаютъ насъ странностью формъ; нѣкоторые изъ нихъ были летучіе, другіе походили на крокодиловъ (ихтіозавръ) [1]. Млекопитающія третичнаго періода сходны съ нынѣшними, хотя и значительно отъ нихъ отличаются: динотеріумъ [2], мегатеріумъ, мамонтъ [3], мастодонтъ и другія.

Подобное измѣненіе формъ замѣчаемъ и въ растительномъ царствѣ. Отпечатки растеній, ихъ листьевъ, плодовъ, цѣлые стволы деревьевъ, находимые внутри земли, даютъ возможность опредѣлить, къ какимъ видамъ они принадлежатъ. Большая часть этихъ видовъ нынѣ не существуетъ. Въ каменноугольный періодъ лѣса состояли изъ гигантскихъ древовидныхъ папоротниковъ, хвощей, плауновъ, стигмарій. По причинѣ незначительной толщины охлажденной коры теплота изъ внутренности земли проникала наружу, и температура на всей земной поверхности была одна и та же. Этимъ только можно объяснить, почему животныя прежде жили безразлично по всей земной поверхности. Такъ, коралловыя постройки находимъ въ ископаемомъ видѣ на всѣхъ широтахъ, между тѣмъ какъ теперь коралловые полипы встрѣчаются только въ тропическомъ поясѣ. Въ лѣсахъ каменноугольнаго періода не было ни млекопитающихъ, ни птицъ; здѣсь жили только пресмыкающіяся. Деревья, росшія по берегамъ, подмываемыми рѣками или моремъ, падали въ воду и уносились теченіями; въ нѣкоторомъ мѣстѣ деревья опускались на дно и современемъ подвергались разложенію; газообразныя составныя части: водородъ и кислородъ выдѣлялись, и остались твердыя вещества, главная часть которыхъ—углеродъ. Такимъ образомъ, лѣса каменноугольнаго періода образовали слои каменнаго угля, составляющаго неистощимый запасъ для топлива. Подобный переносъ лѣса теченіями—явленіе, наблюдаемое и въ

---

[1] Греч. ἰχθύς—рыба, σαύρα—ящерица.

[2] Греч. θηίον—животное, μεγα (μέγας)—большой; Дино, отъ δύναμις—сила, могущество.

[2] Мамонтъ, Mammuth, вѣроятно, татарское слово изъ XVII вѣка; лат. elephas primigenius—первобытный слонъ.

настоящее время: по Миссисипи несется огромное количество деревьевъ, жители Исландіи получаютъ съ избыткомъ хорошій лѣсъ, приносимый изъ Америки Гольфстромомъ. Морскія теченія, кромѣ деревьевъ, несутъ часто водоросли, которыя также, вѣроятно, служили къ образованію каменнаго угля. Подобное образованіе ископаемаго угля случалось и въ позднѣйшее время, этотъ уголь называется *бурымъ;* онъ менѣе измѣнился и ближе подходитъ по своему составу къ дереву. Въ лѣсахъ періода бураго каменнаго угля произростали растенія, подходящія къ нынѣ существующимъ: хвойныя, лиственныя; въ нихъ паслись травоядныя животныя. Смола, вытекающая изъ деревьевъ, пріобрѣла съ теченіемъ времени большую твердость и образовала такимъ образомъ янтарь, въ которомъ нерѣдко находимъ насѣкомыхъ и листья растеній.

71. **Образованіе солнечныхъ системъ и прекращеніе ихъ существованія.** Всматриваясь въ нашу солнечную систему, мы видимъ, что чѣмъ болѣе и энергичнѣе планета, тѣмъ далѣе отстоитъ она отъ солнца; чѣмъ далѣе отстоитъ планета отъ солнца, тѣмъ болѣе она имѣетъ спутниковъ, т. е. лунъ: стало быть количество планетныхъ спутниковъ имѣетъ тѣсное соотношеніе съ ростомъ и энергіею планетъ. Мы видѣли ранѣе, что планетная флора находится въ прямой зависимости отъ лучистой теплоты нашего солнца; стало быть, если планета удаляется отъ своего солнца на значительное разстояніе, то, чтобы развить у себя флору, она необходимо должна развить въ самой себѣ и тепловую энергію; очевидно, что такія планеты какъ Юпитеръ и Сатурнъ нашей солнечной системы гораздо теплѣе, чѣмъ наша земля. Будучи удалены на громадное разстояніе отъ солнца, они должны были бы совершенно застыть, по нашему замерзнуть, а между тѣмъ окружающія ихъ явленія, говорятъ за положеніе противоположное такому состоянію.

Мы видѣли, что луна есть электроидъ, поддерживающій производительную силу нашихъ растеній въ ночную пору; у земли только одна луна, тѣмъ не менѣе міръ растеній присущъ ей на сушѣ и подъ водою, у Юпитера же 7 лунъ, а у Сатурна 9; стало быть ихъ производительная дѣятельность въ раститель-

номъ царствѣ энергичнѣе земной въ семь и девять разъ, если не больше, очевидно, что и тепловая энергія ихъ земнаго организма, тоже несравненно сильнѣе нашей.

Юпитеръ около своей оси обращается въ 9 час. 55 минутъ Сатурнъ—въ 10 час. 15 минутъ, такимъ образомъ, въ то время, какъ у насъ проходятъ только однѣ сутки, на Юпитерѣ пройдетъ почти $2^1/_2$ дня; стало быть и человѣкъ Юпитера, долженъ быть энергичнѣе нашего въ $2^1/_2$ раза, если не больше.

Юпитеръ планета болѣе Сатурна и движется на своей оси тоже быстрѣе Сатурна, отсюда можно заключить, что и пробѣгаемое ею пространство болѣе того, которое пробѣгаетъ Сатурнъ, а такъ какъ орбиты обѣихъ этихъ планетъ лежатъ въ плоскостяхъ незначительнаго другъ отъ друга уклоненія, а потому при дальнѣйшемъ пробѣгѣ означенныхъ планетъ орбиты ихъ сольются вмѣстѣ, и такъ какъ Юпитеръ энергичнѣе и больше Сатурна, то нѣтъ сомнѣнія, что они догонятъ другъ друга и сольются въ одну общую, т. е. двойную звѣзду.

Изъ астрономическихъ наблюденій мы знаемъ, что всѣ двойныя звѣзды самостоятельны въ своихъ движеніяхъ и не подчинены никакой другой планетѣ или звѣздѣ; стало быть, и Юпитеръ съ Сатурномъ могутъ образовать самостоятельную пару, выдѣлившись изъ своего подчиненія нашему солнцу, а затѣмъ одна изъ этихъ планетъ и сама превратится въ солнце, образовавъ свою собственную систему.

Какъ мы видѣли ранѣе, солнечная система нуждается въ планетномъ кислородѣ и космическомъ питаніи; очевидно, что тогда семь спутниковъ Юпитера и девять спутниковъ Сатурна составятъ около нихъ планетную систему или лабораторію, дающую корзину кислородоводороднаго теченія, а кольцо Сатурна, состоящее изъ космической матеріи, послужитъ первымъ питаніемъ новой солнечной системы, до тѣхъ поръ, пока не появятся въ ней новыя кометы, болиды, леониды, персеиды и т. д.

Вотъ вкратцѣ картина образованія новой солнечной системы, конечно за нею неминуемо должно начаться разложеніе преж-

ней, изъ которой выдѣлилось новое солнце. Потерявъ двухъ такихъ солидныхъ помощниковъ, какъ Юпитеръ и Сатурнъ, старое солнце очевидно утратитъ вмѣстѣ съ ними массу необходимаго для горѣнія кислорода, въ то же время изловленіе космическаго матеріала кометъ и аэролидовъ сдѣлается болѣе затруднительнымъ и наше солнце начнетъ видимо утрачивать свою энергію, между тѣмъ окружающія его планеты по тѣмъ же законамъ, какъ Юпитеръ и Сатурнъ, будутъ стремиться слиться въ новыя пары двойныхъ звѣздъ для образованія новаго солнца и наконецъ настанетъ пора, когда оставшіяся еще вѣрными своему первому назначенію планеты, не въ силахъ болѣе будутъ поддерживать его энергію и вся система замретъ, прекративъ свое существованіе, вмѣстѣ съ нею погибнетъ и тотъ планетный міръ, который не успѣлъ выдѣлиться въ особыя пары, или не успѣлъ подчиниться вліянію какого-либо новаго солнца; такъ говорятъ намъ тѣ фотографическіе снимки, которые мы имѣемъ съ планетарныхъ туманностей; въ большинствѣ ихъ мы видимъ, вмѣстѣ съ расплывшейся массой главнаго тѣла, побочные придатки развалившихся ея боковыхъ планетъ.

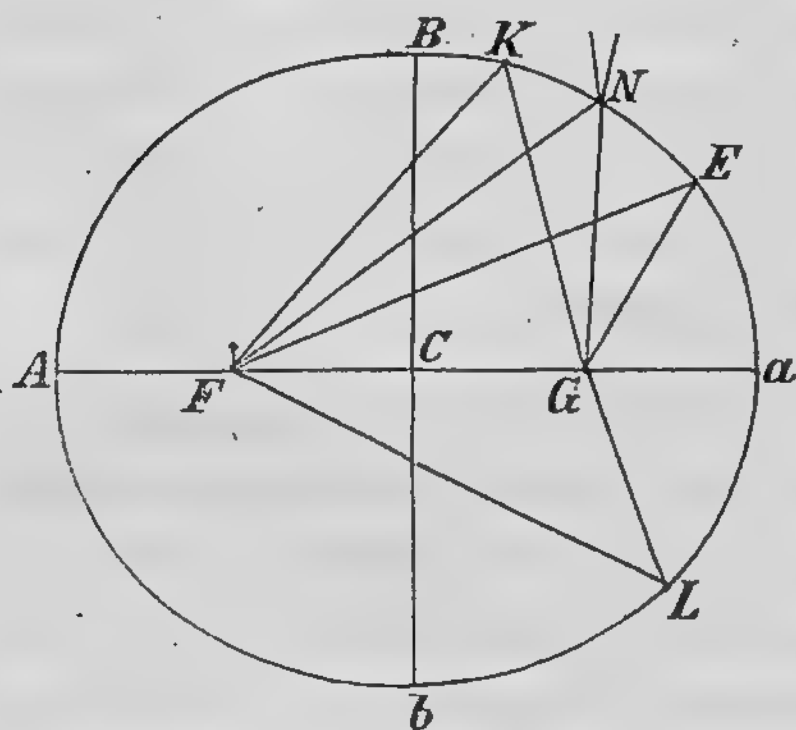
Такъ диктуетъ нашъ опытъ наблюденія за солнечными системами и такъ подсказываетъ фотографія разложившихся міровъ. Конечно, очевиднымъ свидѣтелемъ такихъ событій никто не былъ; для этого нужно было бы прожить милліоны лѣтъ, но мы не можемъ не признать за планетами жизни, если сами онѣ населены со всѣхъ сторонъ живыми существами, а потому и предположенія, вытекающія изъ жизни животнаго міра, должны быть присущи жизни планетъ, на коихъ этотъ міръ зиждется и живетъ.

ПРИБАВЛЕНІЯ.

I.

О коническихъ[1] сѣченіяхъ.

72. **Эллипсъ** [2]).—*Эллипсъ есть кривая линія, обладающая тѣмъ свойствомъ, что сумма радіусовъ векторовъ* [3]) *есть величина постоянная.* Пусть $ABab$ (фиг. 110) изображаетъ эллипсъ; внутри его лежащія точки F и G называются *фокусами* [4]), прямая линія $AFGa$, проведенныя чрезъ оба фокуса,—*большою осью* эллипса, прямая BCb, перпендикулярная къ большой оси и раздѣляющая ее пополамъ,—*малою осью,* точка C, взаимное пересѣченіе обѣихъ осей—*центромъ* эллипса, прямыя линіи KF и KG, соединяющія какую-либо точку K эллипса съ фокусами, называются *радіусами векторами;* для точки E радіусы векторы будутъ FE и GE и т. д. По упомянутому свойству эллипса,



Фиг. 110.

$$KF+KG=EF+EG=LF+LG=\ldots\ldots$$

---

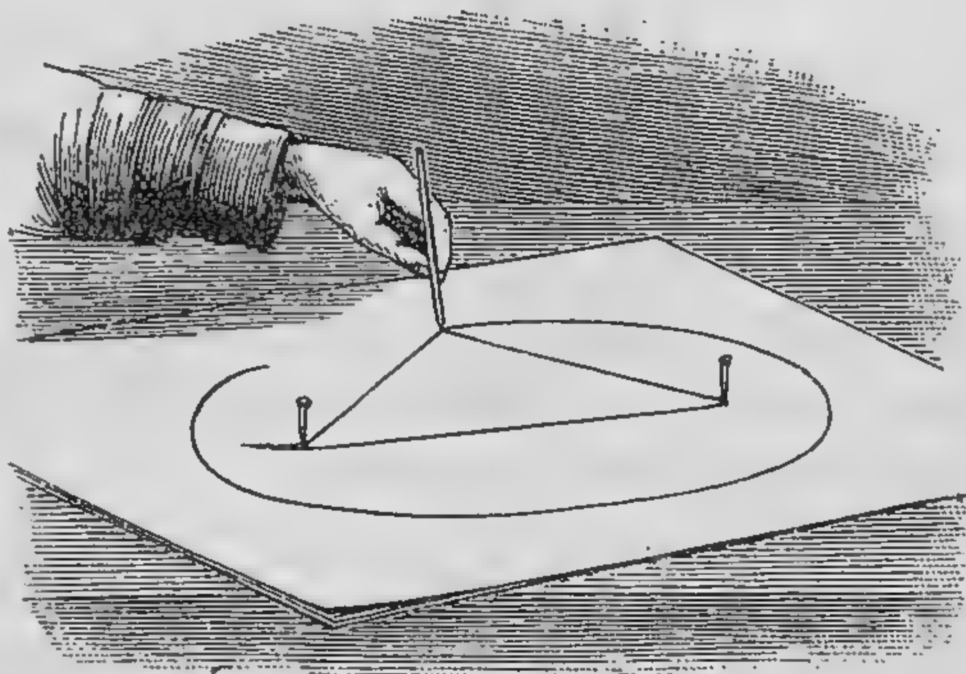
[1]) Лат. conus.

[2]) Эллипсъ происходитъ отъ греч. ἐλλείπω недостаю, гипербола отъ ὑπερβάλλω превосхожу, парабола отъ παραβάλλω сравниваю, приближаюсь; эти названія обозначаютъ недостатокъ, превосходство и равенство, потому что у эллипса эксцентристетъ меньше, у параболы равенъ и у гиперболы больше единицы.

[3]) Лат. tabius—лучъ, vector отъ veho—несущій или везущій.

[4]) Лат. focus—очагъ.

Отсюда вытекаетъ весьма простое средство чертить эллипсъ. Въ какихъ-нибудь точкамъ F и G, которыя предполагаютъ сдѣлать фокусами, утверждаютъ концы нитки FNG. Карандашомъ N натягиваютъ нить, упирая его на бумагу. Если станемъ двигать карандашъ, постоянно натягивая нить, то послѣдняя будетъ скользить по карандашу, а остріе его опишетъ кривую $ABab$, которой всѣ точки удовлетворяютъ упомянутому свойству эллипса, т. е., что сумма радіусовъ векторовъ есть величина постоянная. Фигура 111 также представляетъ способъ черченія эллипса. Отношеніе линіи EG, т. е. разстоянія какого-либо фокуса отъ центра; къ AC, большой полуоси, называется *эксцентриситетомъ*. Чѣмъ меньше разстояніе FG между фокусами, тѣмъ меньше эксцентриситетъ и тѣмъ ближе эллипсъ подходитъ къ окружности. Когда это разстояніе обратится въ нуль, то фокусы совпадутъ съ центромъ, нить FNG раздѣлится въ точкѣ N пополамъ, и карандашъ при движеніи опишетъ окружность, которой радіусъ равняется половинѣ длины нити.

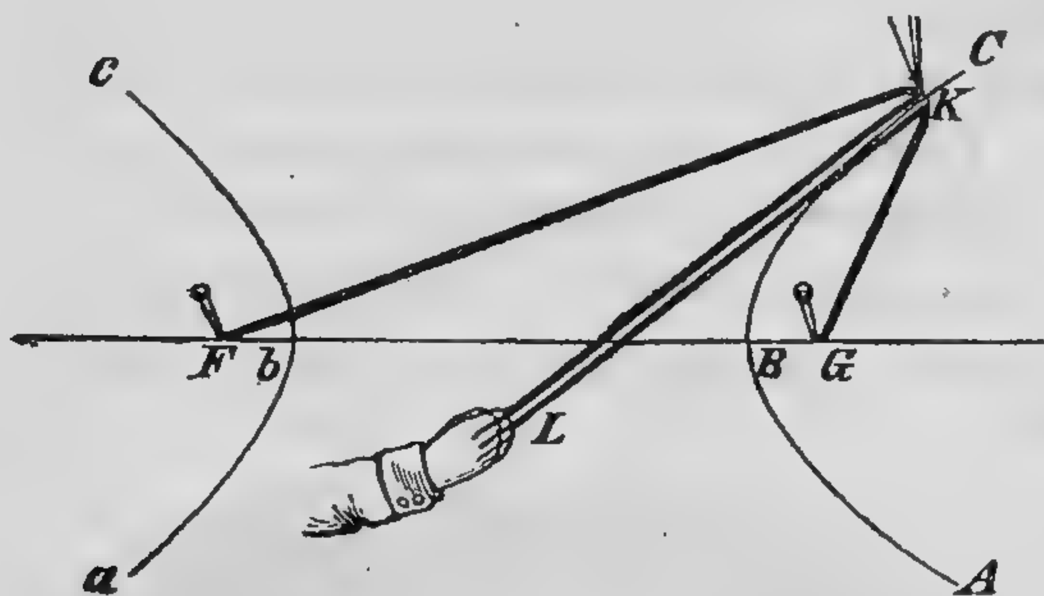


Фиг. 111.

Если полуэллипсъ BAb заставимъ вращаться около малой полуоси BCb, то линія ABb опишетъ кривую поверхность, называемую *элипсоидомъ вращенія* или *сфероидомъ;* то же тѣло получится отъ вращенія полуэллипса ABa около большой оси. Въ первомъ случаѣ, эллипсоидъ будетъ по направленію оси вращенія *сплюснутый,* во второмъ—*растянутый.*

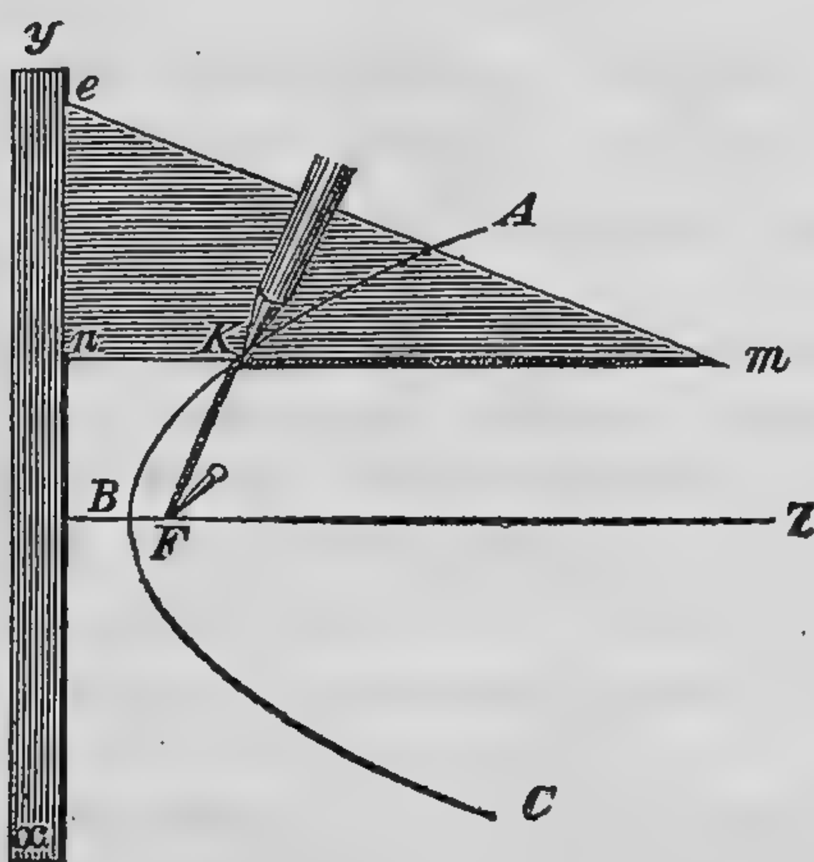
73 **Гипербола.**—*Гибербола есть кривая линія, обладающая такимъ свойствомъ, что разность радіусовъ векторовъ есть величина постоянная.* Для начертанія ея, концы нити $FKLG$ (фиг. 112) укрѣпляютъ въ точкахъ F и G; нить берутъ въ нѣкоторой точкѣ L (но только не по серединѣ) рукою и натяги-

ваютъ карандашемъ, какъ это показано на фигурѣ. Если станемъ двигать карандашъ, держа нить въ одной и той же точкѣ L, то часть нити KL, будетъ уменьшаться, а части FK и KG увеличиваться на равныя количества; слѣдовательно, разность $KF-KG$ сохранитъ постоянную величину, и получится гипербола; эта кривая состоитъ изъ двухъ отдѣльныхъ вѣтвей ABC и abc, которыя можно представить себѣ продолженными въ безконечность, подобно прямой линіи. Для полученія вѣтви abc, надо FK сдѣлать меньше, чѣмъ KG, Точки F и G называются фокусами.



Фиг. 112.

74. **Парабола.** –Параболу чертятъ слѣдующимъ образомъ. На бумагу кладутъ линейку xy (фиг. 113) и прикладываютъ къ ней треугольникъ enm, однимъ изъ его катетовъ en; къ отдаленному концу m другого катета прикрѣпляютъ нить Km, которой длина равна этому катету mn. Другой конецъ нити укрѣпляютъ въ точкѣ F, называемой фокусомъ параболы, и натягиваютъ нить карандашемъ, постоянно придавливая его къ треугольнику mne. Двигая треугольникъ по линейкѣ, не переставая натягивать нить, опишемъ карандашемъ часть параболлы AKB. Перевернувъ треугольникъ и перенеся его на другой конецъ x линейки xy, получимъ и другую часть BC той же кривой линіи. Параболу можно продолжить до безконечности:



Фиг. 113.

она имѣетъ только одинъ фокусъ. Свойство ея таково: *каждая точка параболы равно удалена отъ нѣкоторой прямой xy (директрисы, направляющей) и точки F, лежащей внутри кривой (фокуса).*

Окружность, эллипсъ, гипербола и парабола называются *кривыми коническихъ сѣченій,* потому что могутъ быть получены чрезъ сѣченіе поверхности прямого конуса съ круговымъ основаніемъ плоскостью перпендикулярно къ оси, наклонно къ оси, параллельно оси и параллельно производящей.

II.

Земля.

Радіусъ земли (сферическій)	6400	километровъ.
Сжатіе $\frac{a-b}{a}$	$\frac{1}{300}$	
Масса (масса солнца—единица). . .	$\frac{1}{330000}$	
Плотность средняя (плотность воды—единицы)	5,6	
Ускореніе силы тяжести (Петербургъ).	9,819	метр.
Рефракція астрономическая для зенитнаго разстоянія 45°	1′	
Рефракція астрономическая на горизонтѣ.	35′	

Солнце.

Наклонность эклиптики	$23^{10}/_{2}$	
Эксцентриситетъ орбиты	$\frac{1}{60}$	
Годъ тропическій	365,2422	средн. солн. сут.
Процессія годовая.	50″	
Годъ звѣздный	365,256	средн. солн. сут.
Maximum уравненія времени	17	минутъ.
Избытокъ среднихъ солнечныхъ сутокъ надъ звѣздными.	3	мин. 56 сек.

Параллаксъ.

Среднее разстояніе земли отъ луны.	60	земныхъ радіус.
„ „ „ „ солнца	24000	„ „

Параллаксъ (горизонтальный экваторіальный) солнца.	8″,8
Параллаксъ (горизонтальный экваторіальный) луны.	57′

Луна.

Наклонность плоскости орбиты къ эклиптикѣ.	5^0
Эксцентриситетъ орбиты.	$\frac{1}{81}$
Оборотъ синодическій	$29^1/_2$
„ звѣздный.	$27^1/_2$
„ „ восходящаго узла.	$18^2/_3$ лѣтъ.
Періодъ халдейскій (саросъ) затменій.	18 лѣтъ 11 сут.
Масса луны (масса земли—единица) .	$\frac{1}{18}$

Затменія.

Полудіаметръ солнца, „ луны	16′
Отношеніе разстояній земли до луны и солнца.	$\frac{1}{400}$
Отношеніе радіусовъ сферъ луны и солнца	$\frac{1}{400}$
Радіусъ луны	$\frac{3}{11}$ земного радіуса.

Скорость свѣта.—Аберрація.

Скорость свѣта (въ секунду)	300000 килом.
Постоянная аберраціи $\frac{v}{V}$ 206265″ .	20″,45
Скорость v земли въ ея орбитѣ (въ секунду).	30 килом.

$$v - \frac{1}{10000} V.$$

ОГЛАВЛЕНІЕ.

СТРАН.

ПРИБАВЛЕНІЯ.

1

10с

ОПЕЧАТКИ въ „Космографіи“.

Стр.	Строка.	Напечатано.	Слѣдуетъ читать.
42	20	$\angle PcZ_1 = \angle PcZ$ то	$\angle PcZ_1 = PcZ - \angle ZcZ_1$ то и т. д.
85	13 и 14	въ направленіи T_1S_1	въ направленіи T_1S.
113	15	$ts = tv + a = tv + Z + + C + Q$.	$ts = tv + a = tv + L + C + Q$.
140	32	если передъ какою либо планетою проходитъ другая, изгибы истеченія газовъ которой, составляютъ къ первой планетѣ выпуклую параболу.	если передъ землею проходитъ другая, внѣшняя планета, изгибы истеченія газовъ которой, своею параболой, охватываютъ земную орбиту и уголъ отраженія въ этой параболѣ солнечнаго свѣта, падаетъ на земной шаръ.
240	20	на *СЗ*.	на *СВ*.

Дѣйствительнымъ членомъ Русскаго Астрономическаго Общества ИВ. ВАС. ВИНОГРАДОВЫМЪ изданы и продаются слѣдующія сочиненія:

1) АЗБУКА „Другъ Русскаго Народа"

составленная какъ музыкальная школа, по строго-звуковой системѣ, на основаніи физической природы человѣка вообще и его звуковой рѣчи въ оссбенности. Азбука эта пока единственная и имѣетъ общеміровое значеніе.

ЦѢНА: полная азбука, отдѣлы: учительскій, ученическій, славянскій и литературный (съ портретомъ автора) **60** к. ОТДѢЛЫ: учительскій, ученическій и славянскій (съ портр. автора) **30** коп. ОТДѢЛЪ ученическій и славянскій съ конспектомъ учительскихъ правилъ **20** коп.

2) Теорія мірового разума.

Настольная книга для лицъ интересующихся мірозданіемъ. Вселенная разсматривается какъ міръ живыхъ разумныхъ существъ, въ противовѣсъ теоріи мірового тяготѣнія. ЦѢНА книги (съ портретомъ автора) **1** руб. **50** коп.

3) КОСМОГРАФІЯ,

созданная на основаніи жизненности міровъ. Учебникъ, въ которомъ нѣтъ гипотезъ. Послѣднее слово науки; каждая гипотеза объясняется законами: физики, химіи и спектра. ЦѢНА книги (съ портрет. автора) **1** р. **50** коп.

Книги эти продаются:

Въ С.-Петербургѣ: у автора И. В. Виноградова, Каменноостровскій пр., д. 43, кв. 18 и въ книжныхъ магазинахъ по Невскому пр.: у Фену и К⁰, „Новаго Времени", Попова, Вольфа. Въ Гостинномъ дворѣ: у Карбасникова, Вольфа и Тузова. По Б. Конюшенной у Думнова, д. № 1. По Мойкѣ у Эгерса. Толмазовъ пер. Складъ Тихомирова.

Въ Москвѣ: Мясницкая—у Думнова. Моховая—у Карбасникова и Вольфа и Кузнецкій мостъ—у Тихомирова.

(На оборотѣ).

Въ Кіевѣ: на Крещатикѣ—у В. Идзиковскаго, Л. Идзиковскаго и Розова. Б. Владимірская—у Чаплыгина.

Въ Одессѣ: по Дерибасовской—у Распопова и Розова. По Ришельевской—въ магазинѣ „Образованіе“.

Въ Харьковѣ: по Московской—у Дредера; по Екатеринославской—у Вольфа и „Новаго Времени“.

Въ Елиаветраградѣ и **Кременчугѣ**—у Золотарева.

Въ Витебскѣ—у Залшупина.

Въ Вильнѣ—у Карбасникова.

Въ Минскѣ—у Фрумкина.

—>→ *Деньги автору можно высылать почтовыми марками. Выписывающіе непосредственно отъ автора, за пересылку ничего не платятъ, но прилагаютъ на почтовый заказъ 7 коп. или марку той же цѣны.* ←<—

Гг. торговцы, взамѣнъ безплатной пересылки получаютъ процентную скидку по взаимному соглашенію.



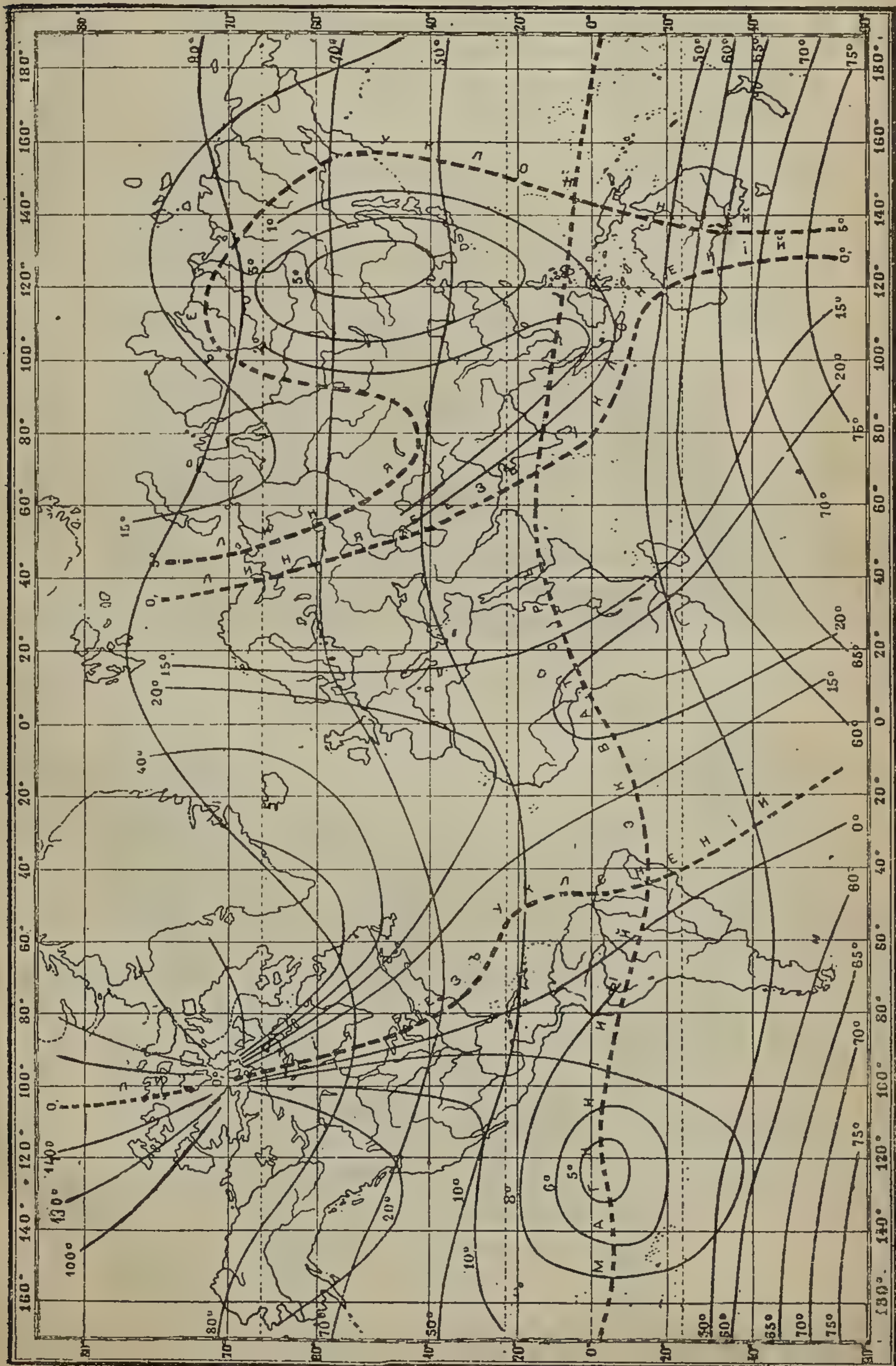
КАРТА № 1.

Хребты горъ вліяющіе на движеніе земли въ міровомъ пространствѣ.



КАРТА № 2.

Изогоническія и изоклиническія линіи магнитныхъ движеній на земномъ шарѣ.



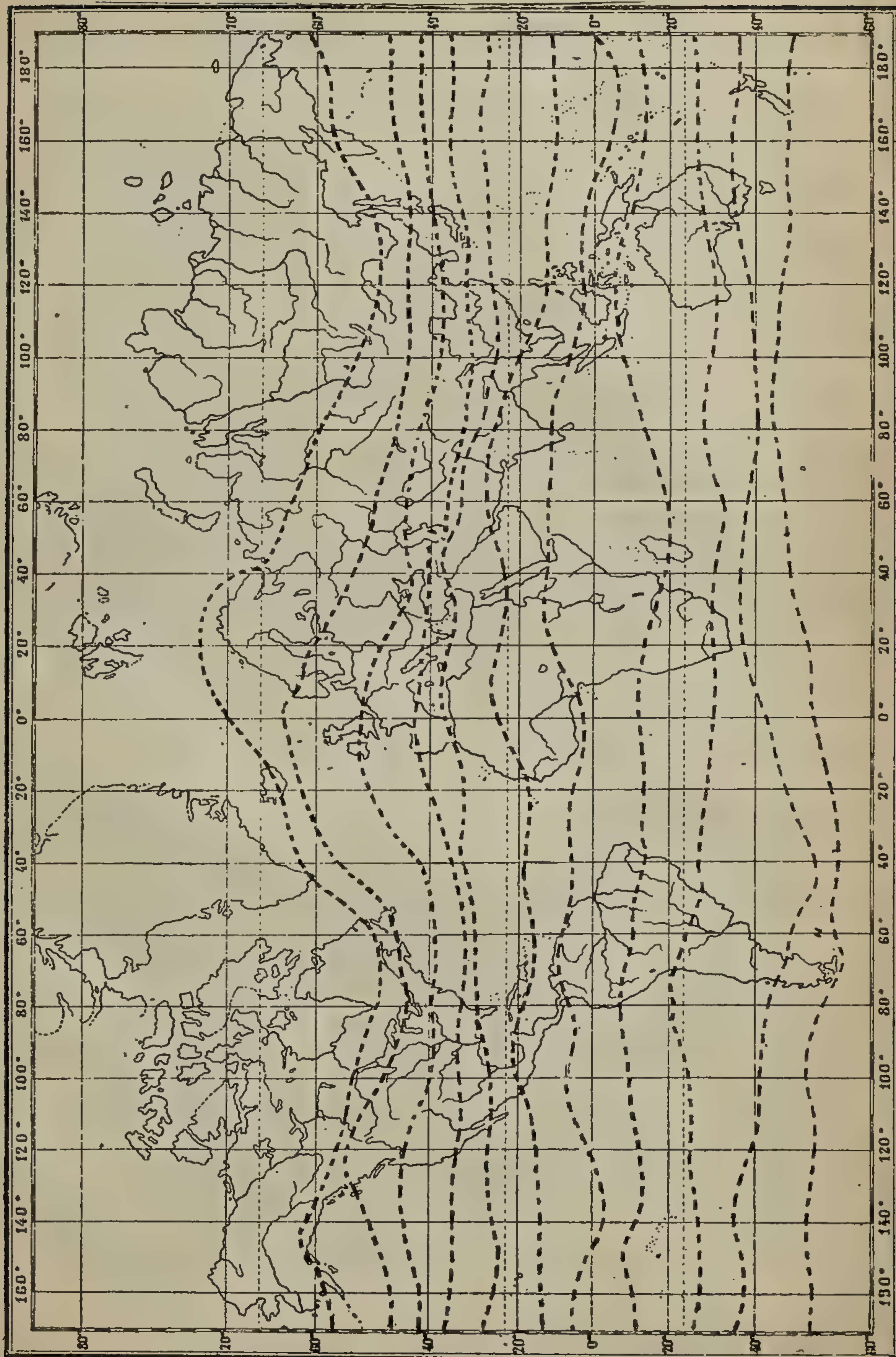
КАРТА № 3.

Распредѣленіе вулкановъ по земному шару.



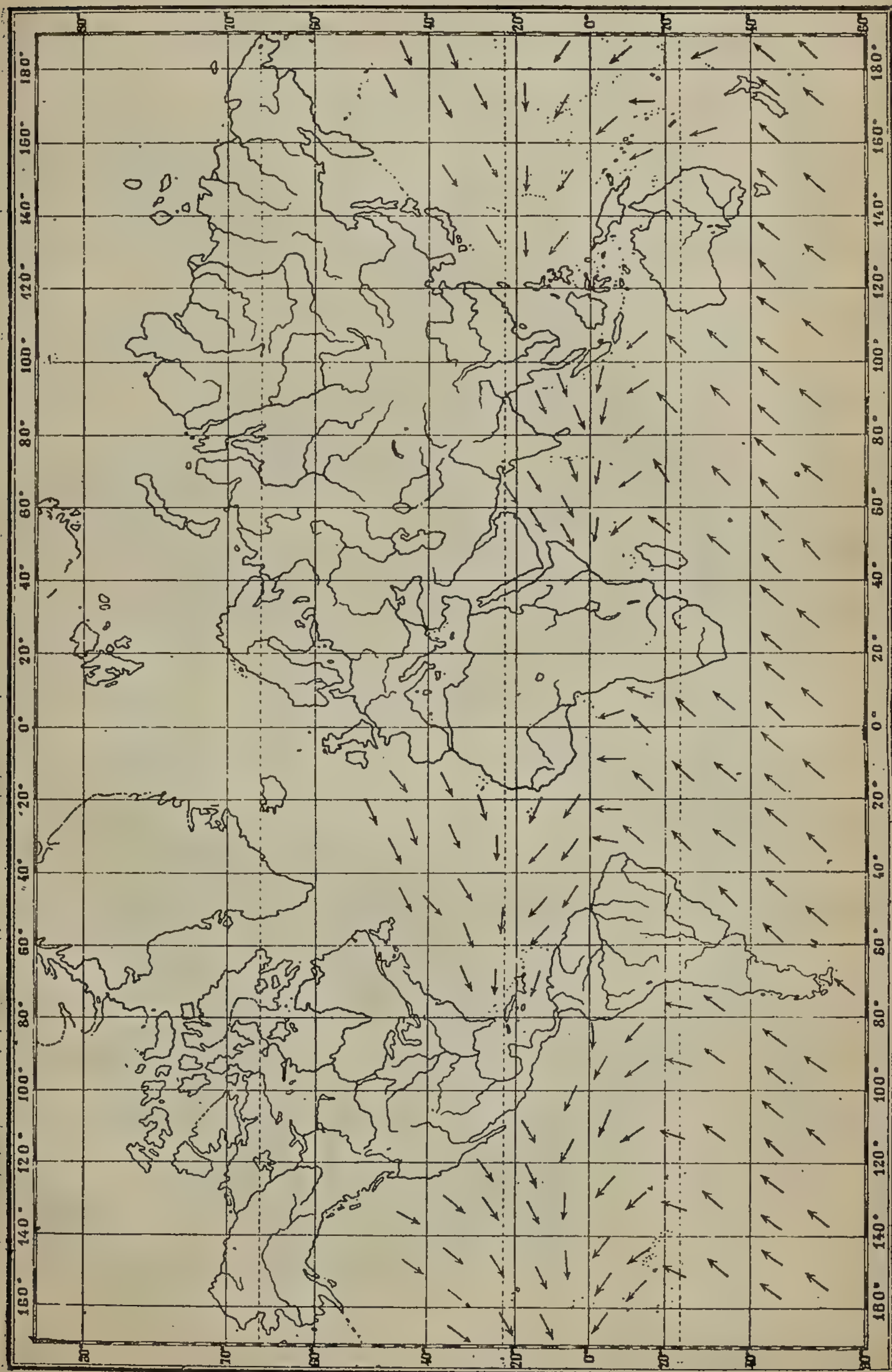
КАРТА № 4.

ИЗОТЕРМИЧЕСКІЯ ЛИНІИ.



КАРТА № 5.

Пассатные вѣтры и монсуны (муссоны) южной эклиптики солнца съ октября до апрѣля.



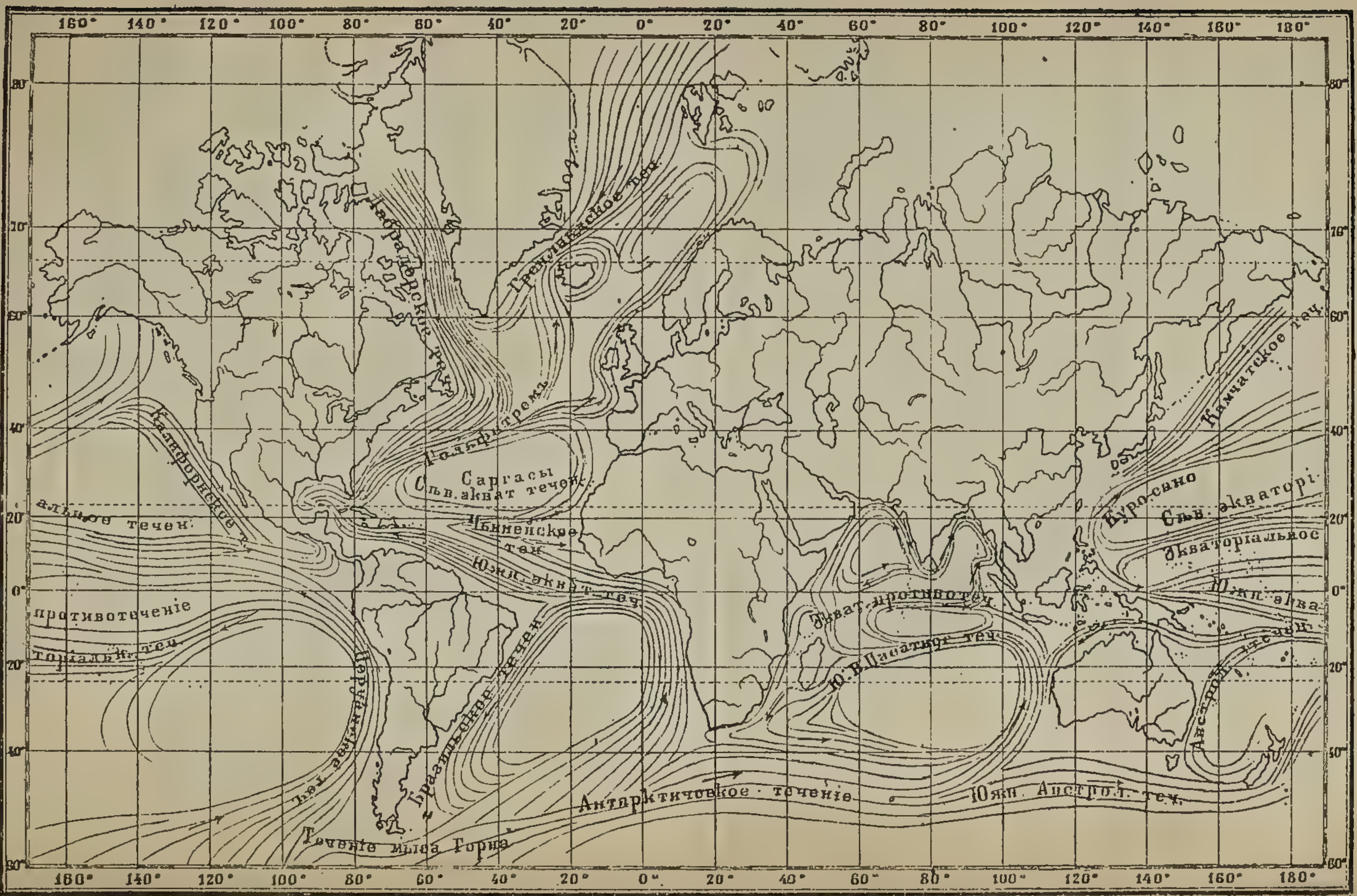
КАРТА № 6.

Пассатные вѣтры и монсуны (муссоны) сѣверной эклиптики солнца съ апрѣля до октября.



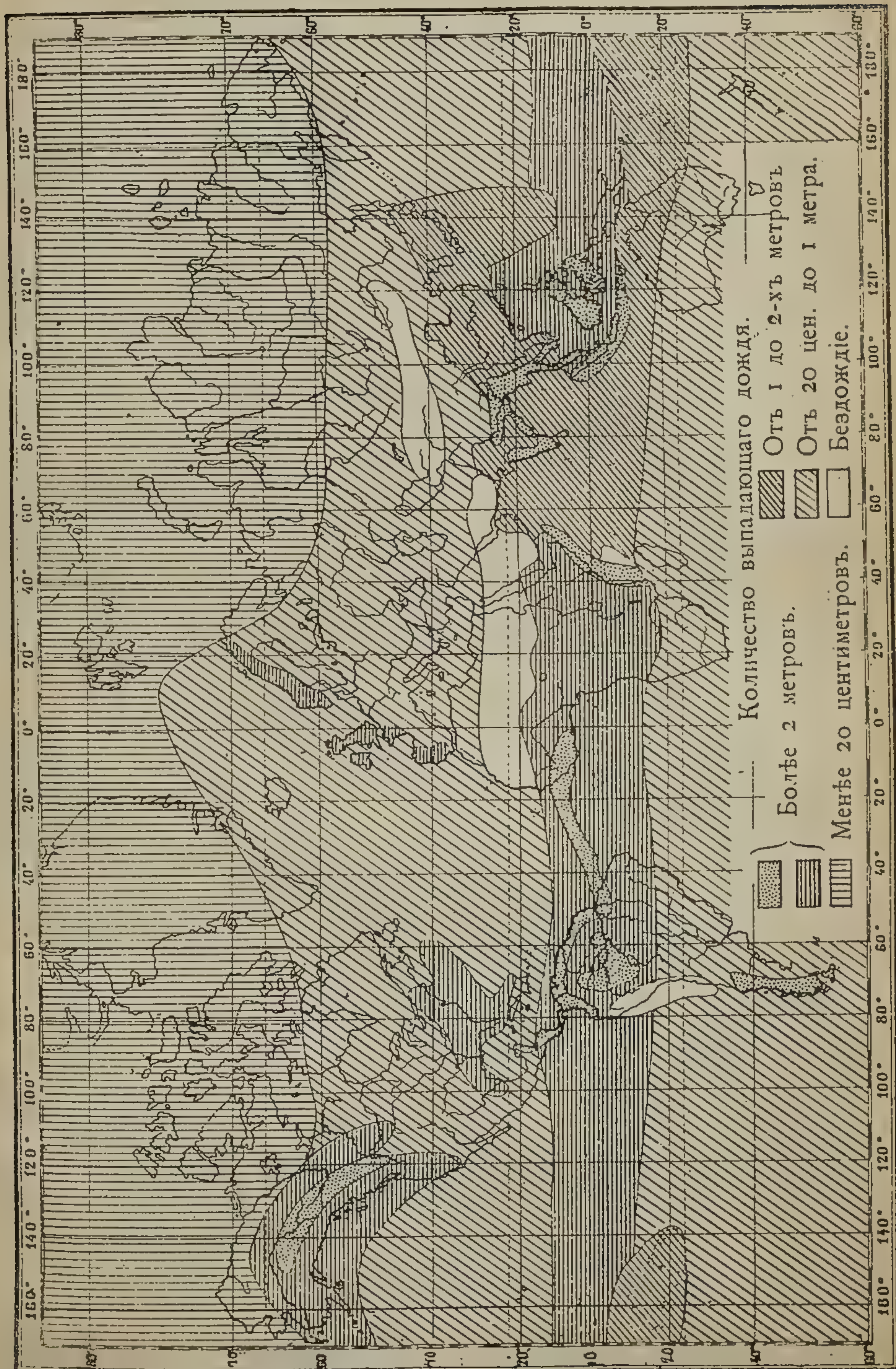
КАРТА № 7.

МОРСКІЯ ТЕЧЕНІЯ.



КАРТА № 8.

Распредѣленіе дождей на земномъ шарѣ.



Цѣна 1 р. 50 к.